



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 34 960 A1** 2004.02.19

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 34 960.6**  
(22) Anmeldetag: **31.07.2002**  
(43) Offenlegungstag: **19.02.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **G01B 7/00**

(71) Anmelder:  
**ASM Automation Sensorik Meßtechnik GmbH,**  
**85452 Moosinning, DE**

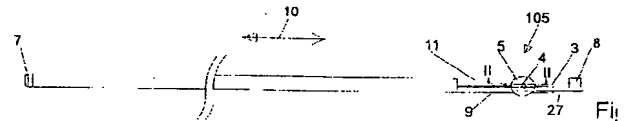
(72) Erfinder:  
**Steinich, Klaus-Manfred, 85604 Zorneding, DE;**  
**Jigou, Liu, 85435 Erding, DE**

(74) Vertreter:  
**Vogeser, Liedl, Alber, Dr. Strych, Müller und**  
**Kollegen, 81369 München**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Sensor nach dem Laufzeitprinzip mit einer Detektoreinheit für mechanisch-elastische Wellen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Detektoreinheit, insbesondere einen Villary-Detektor bzw. eine Detektor-Spule um den Wellenleiter sowie ein Verfahren zu seinem Betrieb und zu seiner Herstellung, welches insbesondere eine Anpassung der Detektoreinheit an sich ändernde Umgebungseinflüsse oder sich ändernde eigene, insbesondere mechanische, elektrische oder magnetische, messlängenabhängige Parameter der Detektoreinheit ermöglicht. Ein erfindungsgemäßer Positions-Sensor nach dem Laufzeitprinzip einer mechanisch-elastischen Welle mit einem Wellenleiter, einem Positionselement, z. B. einem Positionsmagneten, welches insbesondere entlang des Wellenleiters bewegbar ist, sowie einer am Wellenleiter angeordneten Detektoranordnung, welche eine Detektor-Spule umfasst, kennzeichnet sich dadurch, dass die Detektoranordnung eine Stromquelle umfasst, so dass ein Strom durch die Detektorspule fließen kann.



## Beschreibung

## I. Anwendungsgebiet

[0001] Die Erfindung betrifft Positionssensoren, insbesondere deren Detektoreinheit, basierend auf dem Prinzip der Laufzeitmessung von mechanisch-elastischen Impulsen in einem Wellenleiter, die außer diesem Wellenleiter ein relativ hierzu bewegliches, die mechanisch-elastische Welle erzeugendes oder detektierendes, Positionselement umfassen.

## II. Technischer Hintergrund

[0002] Der Wellenleiter besteht in der Regel aus einem Rohr, einem Draht oder einem Band, und kann auch als elektrischer Leiter dienen. Der Wellenleiter kann weiterhin in einem formgebenden, linearen oder kreisförmigen, Körper aus nicht-magnetischem Material, z. B. Kunststoff oder Metall zur Aufnahme und Lagerung des Wellenleiters angeordnet sein.

[0003] Basierend auf dem Wiedemann-Effekt erzeugt ein in den Wellenleiter eingespeister Strom-Impuls bei seiner Überlagerung mit einem lateral auf den magnetostriktiven Wellenleiter gerichteten externen Magnetfeld, welches vom Positionselement, insbesondere einem Positionsmagneten herrührt, einen Torsionsimpuls einer mechanisch-elastischen Welle, der sich mit etwa – je nach E-Modul oder Scher-Modulen des verwendeten Wellenleitersmaterials – 2.500 m/s–6.000 m/s vom Ort der Entstehung, also z.B. der Position des Positionselementes, in beide Richtungen im Wellenleiter ausbreitet.

[0004] An einer Stelle, üblicherweise an einem Ende des Wellenleiters, wird insbesondere der Torsionsanteil dieses mechanisch-elastischen Impulses von einer Detektoreinheit, die sich meist in fester Position bezüglich des Wellenleiters befindet, erfaßt. Die Zeitdauer zwischen der Auslösung des Erregerstromimpulses und dem Empfang dieser mechanisch-elastischen Welle ist dabei ein Maß für den Abstand des verschiebbaren Positionselementes, z. B. des Positionsmagneten von der Detektoreinrichtung oder auch der Spule bzw. des Elektromagneten.

[0005] Ein typischer solcher Sensor ist im US-Patent 5590091 sowie 5736855 beschrieben.

[0006] Das Hauptaugenmerk der vorliegenden Erfindung liegt auf der Detektoreinrichtung. Diese umfaßt eine Detektor-Spule, die entweder um den Wellenleiter herum angeordnet ist oder als sogenannter Villary-Detektor um ein Villary-Bändchen herum angeordnet ist, welches quer, insbesondere im 90°-Winkel, vom Wellenleiter abstrebt und mit diesem so verbunden, insbesondere mechanisch fixiert, z. B. verschweißt ist, daß der in dem Wellenleiter laufende Torsionsimpuls im Villary-Bändchen in eine longitudinale Welle transformiert wird. Eine solche longitudinale Welle staucht bzw. dehnt das magnetoelastische Element, also den Wellenleiter oder das Villary-Bändchen, elastisch im kristallinen Bereich, und verändert daher dessen Permeabilität  $\mu$ . Das Villary-Bändchen bzw. der Wellenleiter besteht zu diesem Zweck aus Material mit möglichst hoher Änderung der magnetischen Permeabilität  $\Delta\mu$ , z. B. aus Nickel oder einer Nickel-Legierung, oder aus anderen geeigneten Materialien. Als Kompromiss zwischen den gesuchten Eigenschaften haben sich dabei auch sogenannte Konstantmodul-Legierungen erwiesen, bei denen der Temperaturkoeffizient des E- und/oder Scher-Modules über weite Temperaturbereiche beeinflussbar und insbesondere konstant gehalten werden kann. Dabei wird etwa die Form eines eigenstabilen Bandmaterials von etwa 0,05–0,2 mm Dicke und 0,5–1,5 mm Breite gewählt.

[0007] Wegen

$$\Delta U \approx N \times \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \rightarrow \Delta U \approx N \times \frac{\Delta B \times \Delta A}{\Delta t} = N \times \frac{\mu_0 \times \Delta \mu}{\Delta t} \times \frac{I \times N}{L}$$

ist

$$\Delta U \approx \frac{\Delta \mu}{\Delta t} \times K$$

da die Werte für  $\mu_0$ ,  $I$ ,  $N$ ,  $L$  als Konstante angenommen werden können.

[0008] Die ein magnetoelastisches Element, z.B. das Villary-Bändchen, durchlaufende mechanisch-elastische Dichtewelle äußert sich somit in einer Spannungsänderung  $\Delta U$ , die als Nutzsignal an der Detektorspule abgegriffen werden kann.

[0009] Wie ersichtlich, ist das Nutzsignal  $\Delta U$  umso größer, je größer die Änderung der magnetischen Permeabilität  $\Delta\mu$  ausfällt.

[0010] Zusätzlich ist als Arbeitspunkt bzw. Arbeitsbereich ein solcher Bereich der Kurve  $\Delta\mu_r(H)$ , also der magnetischen Permeabilität aufgetragen über der magnetischen Feldstärke, erwünscht, in dem sich die magnetischen Permeabilität  $\Delta\mu$ , möglichst linear, relativ zur Ursache aber möglichst stark verändert, weshalb versucht

wird, die Funktion  $\Delta\mu_r(H)$  in der Anstiegsflanke möglichst steil auszubilden und den Arbeitsbereich dort, im annähernd linearen Bereich, zu etablieren.

[0011] Im Stand der Technik wird zum Einstellen des Arbeitspunktes ein sogenannter Bias-Magnet in Form eines Dauermagneten in räumlicher Nähe zur Detektorspule, z.B. parallel zum Villary-Bändchen, angeordnet.

[0012] Der Arbeitspunkt der mechano-elastischen Detektoreinheit hängt neben den magnetischen Parametern des Bias-Magneten hauptsächlich von dessen Positionierung relativ zur Detektor-Spule ab.

[0013] Dies ist in mehrfacher Hinsicht nachteilig, beispielsweise beim Einsatz des Positions-Sensors an Stellen, die mechanische, insbesondere dynamischen mechanischen, Belastungen unterworfen sind oder auch thermischen Belastungen, welche die magnetischen Parameter des Bias-Magneten verändern und insbesondere dessen Alterungsprozess, die ebenfalls eine Änderung der magnetischen Parameter zur Folge haben, beschleunigen.

[0014] Zusätzlich sind alle bei der Herstellung des Bias-Magneten auftretenden Formabweichungen von der Sollform in gleicher Weise nachteilig. Gleiches gilt für die herstellungsbedingten Streuungen der magnetischen Parameter bei der Herstellung des Bias-Magneten.

[0015] Ein weiterer Nachteil bestand darin, dass bei zu starker Annäherung des Positionsmagneten an die Detektorspule der Arbeitspunkt negativ verändert wird. Bei der Detektoreinrichtung gemäß dem Stand der Technik musste daher der Wellenleiter über den Messbereich, innerhalb dessen sich der Positionsmagnet hin und her bewegen konnte, hinaus so weit verlängert werden, dass sich die Detektoreinheit mit der Detektorspule ausreichend weit vom Messbereich entfernt befand, um Störbeeinflussungen auf ein beherrschbares Maß zu reduzieren. Dadurch ergab sich jedoch immer eine Gesamtlänge des Positionssensors, die deutlich größer war als sein Messbereich.

[0016] Im folgenden wird die Ausbildung der Detektoreinheit als Villary-Detektor und als koaxiale Detektoreinheit beschrieben, ohne die Erfindung hierauf zu beschränken, da diese auch bei einer koaxial um den Wellenleiter angeordneten Detektor-Spule anwendbar ist. Die Lösung als Villary-Detektor hat den Vorteil einer besonders starken Unterdrückung extern eingekoppelter, mechanisch-akustischer Störsignale gegenüber dem Positionsnutzsignal.

#### Aufgabenstellung

### III. Darstellung der Erfindung

#### a) Technische Aufgabe

[0017] Es ist daher die Aufgabe gemäß der vorliegenden Erfindung, eine Detektoreinheit, insbesondere einen Villary-Detektor bzw. eine Detektor-Spule um den Wellenleiter, zur Verfügung zu stellen sowie ein Verfahren zu seinem Betrieb und zu seiner Herstellung, welches die Nachteile des Standes der Technik vermeidet und insbesondere eine Anpassung der Detektoreinheit an sich ändernde Umgebungseinflüsse oder sich ändernde eigene, insbesondere mechanische, elektrische oder magnetische, messlängenabhängige Parameter der Detektoreinheit ermöglicht.

#### b) Lösung der Aufgabe

[0018] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1, 3, 6 und 38 gelöst. Durch das Beaufschlagen der Detektor-Spule mit einem Vormagnetisierungsstrom wird ein jederzeit veränderliches Bias-Magnetfeld erzeugt.

[0019] Ist die Stromquelle einstellbar, kann das Bias-Magnetfeld hierüber gesteuert werden und externe Einflüsse, Alterungsprozesse etc. kompensiert und die Detektoreinrichtung am gewünschten Arbeitspunkt, vorzugsweise im Bereich in einer linearen Abhängigkeit zwischen magnetischer Permeabilität und mechanischer Zug-/Druckspannung, betrieben werden.

[0020] Wenn zusätzlich oder statt dessen an der Detektor-Spule ein oder mehrere Flussleitstücke angeordnet sind, so bewirkt dies einerseits einen geschlossenen magnetischen Kreis durch die Spule und andererseits eine Abschirmung gegen störende externe Magnetfelder, wie sie beispielsweise vom Positionsmagneten oder auch dem Magnetfeld um den Wellenleiter selbst herrühren können, und es wird die Einkopplung von Störimpulsen erheblich verringert. Solche Beeinflussungen treten ohne Abschirmung durch einen Flussleitkörper vor allem dann auf, wenn sich der Positionsmagnet der Detektoreinrichtung nähert, so dass aus diesem Grund bei herkömmlichen Positions-Sensoren ein relativ grosser Totbereich berücksichtigt werden muss, also ein Längenbereich in der Nähe der Detektoreinheit, in welchem der Positionsmagnet nicht einfahren darf. Dies bedingt eine größere Baulänge des Positions-Sensors gegenüber der gewünschten Meßlänge und ist deshalb bei vielen Anwendungsfällen nachteilig.

[0021] Das Flussleitstück hat auch die Funktion der Reduzierung des Steuerstromes (Vormagnetisierungs-

stromes) auf ein Minimum sowie der Erhöhung der Signalamplitude.

[0022] Die magnetische Abschirmung in Form des Flussleitkörpers sollte dabei aus einem Material mit möglichst hoher magnetischer Permeabilität ( $\mu_r \gg 1$ ), insbesondere von mindestens  $\mu_r > 1000$ , bestehen, um wenig Steuerstrom zu benötigen. Alternativ kann der Flussleitkörper auch magnetisch hart sein, damit auch ohne Stromfluß durch die Detektor-Spule durch Remanenz ein magnetisches Restfeld verbleibt und der Flussleitkörper wenigstens für begrenzte Zeit als Bias-Magnet (temporäre Dauermagnet) wirkt.

[0023] Vor allem in Fällen, in denen der bzw. die Flußleitkörper die Detektorspule nicht vollständig umschließt und/oder wenn keine Flußleitstücke verwendet werden, aber auch als Zusatzmaßnahme, kann die magnetische Abschirmung verbessert werden durch ein Abschirmgehäuse, welches die Detektorspule einschließlich des sie durchdringenden Teiles des magneto-elastischen Elementes (Wellenleiter oder Villary-Bändchen) möglich dicht umschließt. Als Material für das Abschirmgehäuse kommt sogenanntes Mu-Metall in Frage, welches eine Permeabilität von  $\mu_r \geq 1000$  besitzt, in Frage.

[0024] Sofern es sich bei der Detektoreinheit um die Bauform eines Villary-Detektors, also mit einem quer vom Wellenleiter abstrebenden Villary-Bändchen, handelt, welches sich in die Detektor-Spule hinein, vorzugsweise aus dieser auch wieder heraus erstreckt, so muss der Flussleitkörper notwendigerweise wenigstens eine Eintrittsöffnung, gegebenenfalls auch eine Austrittsöffnung, für das Villary-Bändchen umfassen gegenüber der sich das Villary-Bändchen ohne mechanischen Kontakt bewegen können muss. Darüber hinaus ist wenigstens eine Leiteröffnung in dem Flussleitkörper notwendig, um die die Detektor-Spule versorgenden elektrischen Leiter durch den Flussleitkörper hineinführen zu können. Vorzugsweise geschieht dies nicht durch die Öffnungen für das Villary-Bändchen hindurch, sondern durch eine separate Leiteröffnung, die sich zwar auch in der Stirnseite der meist zylindrische Flussleitkörper befindet, vorzugsweise jedoch in deren Mantelfläche.

[0025] Um eine einfache Montage des Flussleitkörpers zu ermöglichen, besteht der Flussleitkörper entweder aus zwei halbzylindrischen, einander zu einem Zylinder ergänzenden, Schalen, in denen die beschriebenen Öffnungen auf der Berührungsebene der Halbschalen liegen, oder aus einem topfförmigen, auf einer Stirnseite offenen Zylinder, und einem die Stirnseite verschließenden Deckel.

[0026] Ferner ist darauf zu achten, dass sich der Wellenleiter und gegebenenfalls der ihn umgebende und abstützende Stützkörper in einer definierten Position zur Detektor-Spule befindet, und diese Relativposition ausreichend stark, unbeweglich, fixiert ist.

[0027] Die Detektoreinheit umfaßt eine Detektoranordnung, in welche die Detektor-Spule integriert ist, und darüber hinaus auch eine Stromversorgung.

[0028] Detektorspule und Entkoppelungsimpedanz können dann entweder in einer Meßbrücke verschaltet werden, oder in einer Reihenschaltung, um dass gewünschte Positions-Nutzsignal zu erhalten, welches anschließend vorzugsweise über einen Differenzverstärker und gegebenenfalls eine weitere Brückenschaltung weiterverarbeitet werden kann. Dabei sind die beiden Spulen vorzugsweise als zwei getrennte Wicklungen z.B. auf einem gemeinsamen Spulenkörper realisiert. Auch das Zusammenfassen zu einer einzigen gemeinsamen Wicklung ist möglich.

[0029] Während das Villary-Bändchen in aller Regel aus magnetoelastischem Material besteht, sind auch mehrteilige Ausbildungen möglich aus einem ersten und zweiten Teilbändchen, die miteinander verbunden sind, wobei dann vorzugsweise das erste Teilbändchen aus nicht magnetischen und nicht magnetoelastische Material besteht, das zweite Teilbändchen dagegen aus magnetoelastischem Material.

[0030] Um die Beeinflussung der Detektoreinheit durch den Erregerimpuls weitest möglichst zu verringern, wird der Biasstrom der Detektor-Spule erst aufgeschaltet, nachdem der Erregerimpuls durch den Wellenleiter abgeklungen ist. Danach wird der Biasstrom entweder wie vorbeschrieben so gesteuert, dass das Villary-Bändchen im linearen Bereich betrieben werden kann, oder so, dass das erzielbare Positionsnutzsignal, insbesondere hinsichtlich seiner absoluten Amplitude und/oder in Relation zur Stärke des Positionstörsignales optimal wird.

[0031] Als besonders wirkungsvoll hat sich die Ausbildung der Detektorspule, vor allem wenn sie von Strom durchflossen wird, zur Einstellung des Arbeitspunktes, in Form einer Toroid-Spule erwiesen, wobei die Zentralöffnung der Toroid-Spule dann von dem magnetoelastischen Element, also Villary-Bändchen oder Wellenleiter, durchdrungen wird, da hierdurch ein besonders gutes Nutzsignal erzielt wird.

[0032] Ferner hat sich gezeigt, daß auch die Detektion des Nutzsignales direkt vom Wellenleiter, also nicht über ein quer vom Wellenleiter abstehendes Villary-Bändchen, mittels einer Detektoranordnung möglich ist, insbesondere wenn an einem Ende des Wellenleiters ein Reflektor vorhanden ist, der die entlang des Wellenleiters laufende mechanisch-elastische Welle reflektiert, und die Detektoranordnung – insbesondere in der Nähe zu diesem Reflektor – an einer solchen Position angeordnet ist, an dem sich die Amplitude der gegen den Reflektor laufenden Welle sowie die Amplitude der von dort reflektierten Welle verstärkend überlagern, wodurch im Optimalfall eine verdoppelte Amplitude erzielt werden kann.

[0033] Dadurch wird kein Villarybändchen benötigt, dessen Wärmebehandlung und Verschweißung am Wellenleiter nur schwer reproduzierbar ist.

[0034] Der Positionsmagnet soll dabei vorzugsweise ein parallel zum Wellenleiter ausgerichtetes Magnetfeld

besitzen.

[0035] In diesem Fall ist eine Abtastung des Nutzsignals durch eine Detektoranordnung, die insbesondere eine Detektorspule umfaßt, möglich, ohne daß diese Detektorspule permanent von einem Gleichstrom durchflossen wird und/oder ohne daß ein zusätzlicher Bias-Magnet nahe an der Detektoranordnung angeordnet werden muß.

[0036] Dabei sind mehrere konkrete Bauformen möglich:

Die Detektorspule kann von dem Wellenleiter coaxial in dessen Längsrichtung durchdrungen werden, oder wenigstens eine Detektorspule, ggf. auch zwei diametral einander gegenüberliegende Detektorspulen können beidseits des Wellenleiters in gleicher Position angeordnet sein.

[0037] Vorzugsweise ist an der Spule jeweils ein Flußleitkörper angeordnet, wobei der Flußleitkörper nicht näher als  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{8}$  der Wellenlänge des Wellenleiters an den Wellenleiter heranreichen soll, um das Ergebnis nicht zu verschlechtern.

[0038] Bei einer coaxial zum Wellenleiter angeordneten Detektorspule kann der Flußleitkörper die Spule außen umschließen bis auf den Durchlaß für den Wellenleiter, oder auch eine Stirnseite offen lassen, wobei dann eine hülsenförmige Zwischenwand um den Wellenleiter herum zwischen Wellenleiter und dem Innenumfang der Detektorspule zu bevorzugen ist.

[0039] Sofern die Detektorspule nicht von dem Wellenleiter durchdrungen wird, sondern neben dem Wellenleiter angeordnet ist, kann die Spule mit ihrer Längsachse parallel zur Längsrichtung des Wellenleiters oder quer hierzu angeordnet sein, entweder mit einer Spule nur auf einer Seite des Wellenleiters oder mit zwei, insbesondere identischen Spulen, einander gegenüberliegend bezüglich des Wellenleiters.

[0040] Der Flußleitkörper kann dabei hülsenförmig und mit seiner Längsachse coaxial zur Längsachse der Detektorspule diese außen umgeben oder in dem inneren Durchlaß der Detektorspule angeordnet sein.

[0041] Vor allem bei quer zur Längserstreckung des Wellenleiters stehender Spulenachse muß dabei der Flußleitkörper die Spule auf deren radialen Außenseiten nicht vollständig umschließen, sondern ein E-förmiger Flußleitkörper, dessen zentraler Schenkel die Spule durchdringt, ist ebenfalls gut einsetzbar.

#### Ausführungsbeispiel

#### c) Ausführungsbeispiele

[0042] Eine Ausführungsform gemäß der Erfindung ist im folgenden anhand der Figuren beispielhaft näher beschrieben. Es zeigen:

[0043] **Fig. 1:** eine Aufsicht auf den Positions-Sensor,

[0044] **Fig. 2:** eine Seitenansicht mit teilgeschnittener Spule gemäß **Fig. 1**,

[0045] **Fig. 3:** eine Frontansicht gemäß **Fig. 1**,

[0046] **Fig. 4a,b:** die Detektor-Spule in einer Reihenschaltung,

[0047] **Fig. 4c:** die Detektor-Spule in einer Messbrücke,

[0048] **Fig. 4d:** einen Differenzverstärker zur Weiterverarbeitung des Positionssignales,

[0049] **Fig. 5:** Schnittdarstellungen durch verschiedene Detektor-Anordnungen,

[0050] **Fig. 6:** Schnittdarstellungen durch eine Detektoranordnung auf dem Wellenkörper,

[0051] **Fig. 7:** Schnittdarstellungen analog zu Linie VII-VII gemäß **Fig. 3**,

[0052] **Fig. 8:** Detektoranordnung mit Toroid-Spule,

[0053] **Fig. 9:** weitere Detektoranordnungen, und

[0054] **Fig. 10a, 10b:** zusätzliche Detektoranordnungen.

[0055] Die **Fig. 1** und **2** zeigen ein Sensor-Element, bei dem der Stützkörper **1** ein Rohr mit kreisförmigem Querschnitt ist und ebenso wie der zentral darin verlaufende Wellenleiter **3** stark verkürzt dargestellt ist. In der Praxis sind diese beiden Bauteile sehr lang im Vergleich zum Durchmesser ausgebildet, da sie sich ja über den gesamten Messbereich in Messrichtung **10** erstrecken müssen.

[0056] Anstelle eines geradlinig verlaufenden Wellenleiters im Stützkörper kann es sich auch um einen gekrümmten, insbesondere ringförmig und kreisförmig gekrümmten, Stützkörper mit darin liegendem Wellenleiter **3** handeln, wodurch die Messrichtung **10** nicht mehr eine gerade, sondern eine gekrümmte Linie, beispielsweise ein Kreis oder nahezu vollständiger Kreis, sein könnte.

[0057] Der Wellenleiter **3** ist zentral im unwesentlich größeren inneren Hohlraum des Stützkörpers **1** gehalten durch in Längsrichtung beabstandete Stege oder eine durchgängig vorhandene Abstützung beispielsweise mittels eines oder mehrerer rohrförmiger Stücke mit homogener oder zellförmiger Struktur, z. B. eines Schaum-schlauches **21** gegenüber dem Innendurchmesser des Stützkörpers **1**. Ein isolierter Rückleiter **22** ist z. B. zwischen dem Außenumfang dieses Schlauches **21** und dem Innenumfang des Rohres angeordnet, welches auch als elektrischer Rückleiter dienen kann.

[0058] Am vorderen, in den **Fig. 1** und **2** linken, Ende kann der Stützkörper **1** durch einen Verschluss **7** dicht verschlossen sein, und der Wellenleiter **3** kann an seinem freien vorderen Ende ein Dämpfungselement **13** auf-

weisen, um dort ankommenden mechanischen Schwingungen im Wellenleiter 3 nicht zu reflektieren, sondern möglichst vollständig zu dämpfen.

[0059] Für die Erfindung wesentlich ist jedoch das hintere Ende des rohrförmigen Stützkörpers 1 und Wellenleiters 3 mit der Verbindung mit einer dort angeordneten Kopfplatine 2, ohne dass insbesondere die Notwendigkeit besteht, diese Kopfplatine in irgendeiner Form von Halterung oder Gehäuse unterzubringen, indem erst dieses Gehäuse oder die Halterung stabil mit dem Stützkörper 1 verbindbar ist.

[0060] Zu diesem Zweck wird am hinteren Ende der Stützkörper 1 über eine Länge, die maximal der Länge der Kopfplatine 2 entspricht, eine Aussparung 11 angefertigt. Dabei wird entweder – wie in Fig. 1, 2 und 3 dargestellt – hinsichtlich des Querschnittes des Stützkörpers 1 eine Parallele zu einer Tangente nach innen versetzt gelegt und der dadurch abgetrennte größere Teil des Querschnittes des Stützkörpers 1 entfernt. Auf den verbleibenden kleineren Teil des Querschnittes, der dann in Form eines Fortsatzes 9 bestehen bleibt, ist die Kopfplatine 2 z. B. aufgeklebt.

[0061] Da die Kopfplatine 2 – betrachtet in Messrichtung 10, also der Verlaufsrichtung des Stützkörpers 1 und Wellenleiters 3 – wesentlich breiter als der Querschnitt des Stützkörpers 1 ist, erfolgt diese Anordnung der Kopfplatine 2 so, dass diese nur auf einer Seite über die Breite des Querschnittes des Stützkörpers 1 vorsteht, also insbesondere auf der anderen Seite mit der Außenkante des Stützkörpers, insbesondere mit der Außenkante des Fortsatzes 9, abschließt, wie am besten in der Fig. 3 dargestellt.

[0062] Der Kleber 14 ist dabei vorzugsweise nicht nur zwischen den Berührungsflächen der Kopfplatine 2 mit dem Fortsatz 9, sondern auch zwischen der Kopfplatine 2 und dem Innenumfangsegment dieses Fortsatzes 9 angeordnet, um eine sichere Verklebung zu gewährleisten, und reicht vorzugsweise auch um die Kanten des Fortsatzes 9 etwas auf die Außenfläche des Fortsatzes 9 herum.

[0063] Die Fig. 4 ff. und 5 zeigen Detektorschaltungen im konkreten Aufbau und als Ersatzschaltbild, in welche die Detektoranordnung 105 (einschliesslich der Detektor-Spule 5) des Villary-Detektors eingebunden ist.

[0064] Fig. 4a zeigt den Grundaufbau der Detektorschaltung 50, welcher die Detektoranordnung 105 einschliesslich der Detektorspule 5 in Reihe geschaltet mit einer Entkopplungsimpedanz 26 zeigt, die beide gemeinsam von einer Stromquelle 51 versorgt werden. Zwischen Detektorspule 5 und Entkopplungsimpedanz 26 erfolgt der Abgriff des Nutzsignals 29 über eine Koppelimpedanz 25, z.B. einen Kondensator.

[0065] Fig. 4b zeigt einen analogen Aufbau, wobei die Stromquelle 51 ersetzt ist durch eine Spannungsquelle 32 und eine in Reihe hierzu liegende Konstantstromdiode 31 im Kreis mit der Detektoranordnung 105 und der Entkopplungsimpedanz 26.

[0066] Fig. 4c zeigt eine Schaltung, bei der die Detektorspule der Detektoranordnung auf zwei Detektorspulen 5'' verteilt ist, die jeweils die Hälfte an Wicklungen aufweisen und gegensinnig in zwei parallelen Ästen der mit Spannungsquelle 32 und Gleichstromdiode 31 ausgestatteten Stromquelle angeordnet sind. In jedem der beiden parallelen Äste ist zusätzlich zur jeweiligen halben Detektorspule 5'' eine Entkopplungsimpedanz 26 im einen Fall sowie eine Brückenergänzungsimpedanz 16 im anderen Fall angeordnet.

[0067] In jedem der parallelen Äste erfolgt der Abgriff eines Signals in der Mitte zwischen den beiden Bauelementen und wird über jeweils eine Koppelimpedanz 25 einem Verstärker 17 zugeführt, der das Nutzsignal 29 abgibt.

[0068] Fig. 4d zeigt einen Quadrieren 33, der zur Verstärkung des Nutzsignals 29 in allen der vorbeschriebenen Fälle eingesetzt werden kann.

[0069] Die Fig. 5–7 zeigen dagegen verschiedene konstruktive Ausführungsformen gemäß der Erfindung: In Fig. 5a ist die das Villary-Bändchen 4 (oder den Wellenleiter 3) umgebende Detektorspule 5 dargestellt, aus deren Durchgangsöffnung 5a das Villary-Bändchen beidseitig vorsteht. Die Verbindung des Villary-Bändchens 4 zum Wellenleiter sowie die weiteren Bestandteile der Detektoranordnung sind nicht dargestellt.

[0070] Gegenüber dem Stand der Technik, in dem diese Detektorspule 5 zum Abgreifen eines Nutzsignals benutzt wird, wird vorliegend ein Stromfluss (Biasstrom 60) durch die Spule erzeugt, mittels der Gleichstromquelle 51, um die gewünschte Vormagnetisierung des Villary-Bändchens 4 zu erreichen, wie anhand der eingezeichneten Feldlinien 12 ersichtlich.

[0071] Zusätzlich kann zur Abschirmung gegen magnetische und elektrostatische Einflüsse diese Detektorspule 5, vorzugsweise auch die gesamte Detektoranordnung 105, also z. B. einschließlich der Stromquelle 51, von einer Abschirmhülse 61 möglichst dicht umgeben sein, die in diesem Fall nur Öffnungen für den Eintritt des Villary-Bändchens 4 bzw. Wellenleiters 3 einerseits sowie zur Einführung der Stromanschlüsse für die Detektorspule 5 umfaßt. Die Abschirmhülse besteht vorzugsweise aus einem Material hoher Permeabilität, insbesondere einem sogenannten Mu-Metall mit einer Permeabilität  $\mu > 1000$ .

[0072] Fig. 5b zeigen, wie die Detektorspule 5 von einem Flussleitkörper 30 umgeben ist, aus welchem stirnseitig lediglich das die Durchgangsöffnung 5a der Detektorspule 5 durchdringende Element, sei es das Villary-Bändchen 4 oder der Wellenleiter 3, herausragt. Dadurch wird eine magnetische Fremdbeeinflussung der Detektorspule 5 von außen reduziert, aber insbesondere die magnetische Induktion im Inneren der Spule erhöht, sodass erheblich weniger Magnetisierungsstrom benötigt wird.

[0073] Zusätzlich kann eine Vormagnetisierung des Villary-Bändchens 4 bzw. Wellenleiters 3 erreicht werden,

indem innerhalb und/oder außerhalb des Flussleitkörpers 30 ein oder mehrere Magnete 6, 6', 6'', 6''' angeordnet werden.

[0074] So zeigt Fig. 5b1 beispielsweise mit Polungsrichtung radial zur Längsrichtung der Detektorspule 5 innerhalb der Flußleitstücke 30 stirnseitig angeordnete Stabmagnete 6 (oder ein Ringmagnet), deren Polung einander entsprechender Magnete an den entgegengesetzten Stirnseiten der Spule 5 entgegengesetzt ist, um so einen lateralen Fluss (nierenförmige Feldlinien 12, wie in Fig. 5a eingezeichnet) zu erreichen.

[0075] Die Anordnung des bzw. der Magnete 6'-6''' ist auch ausserhalb, z.B. auf der äusseren Stirnfläche des Flussleitkörpers 30, und/oder jeweils stirnseitig auf dem Schlitz für die Leiteranschlüsse möglich, wie Fig. 5b2 zeigt, wobei vorzugsweise zwei Magnete 6'', 6''' mit wiederum radialer Polrichtung nahe der längsseitigen Enden außen auf der Mantelfläche der abschirmenden Flußleitstücke 30 angeordnet sind, mit entgegengesetzter Polrichtung, während ein dritter Magnet 6' stirnseitig außen, hinweisend auf die zentrale Öffnung zum Eintreten des Wellenleiters 3 bzw. Villarybändchens 4, ebenfalls radial polarisiert angeordnet ist. Dabei dienen die Magnete 6' und 6'' primär der Verstärkung des Positionssignals, während der Magnet 6''' der Verbesserung des Verhältnisses zwischen Nutzsignal und Störsignalen dient. In allen drei Fällen handelt es sich vorzugsweise um Permanentmagnete, ebenso wie bei den Magneten 6 innerhalb der Flußleitstücke 30.

[0076] Dabei wird die Detektorspule 5 vorzugsweise nur zum Abgreifen des Nutzsignals in Form einer Spannungsänderung benutzt, oder zusätzlich auch zum Beaufschlagen mit Biasstrom.

[0077] Fig. 5c zeigt eine Lösung, bei der die Detektorspule 5 ebenfalls von einem Flussleitkörper 30 umgeben ist, aus welchem nur das Villary-Bändchen 4 herausgeführt ist, und zusätzlich die Anschlüsse für die Detektorspule 5, die in diesem Fall zusätzlich von einem Strom durchflossen wird, um die gewünschte Vormagnetisierung des Villary-Bändchens 4 zu erzeugen.

[0078] Außen auf dem Flussleitkörper 30, das zu diesem Zweck an den Stirnflächen radial nach außen etwas überstehen kann, ist eine zusätzliche Feldspule 24 aufgebracht. Das Nutzsignal kann wahlweise an der Detektorspule 5 oder der Feldspule 24 abgegriffen werden bzw. beide Signale werden einer Auswerteschaltung zugeführt.

[0079] Fig. 6 zeigt eine körperliche Lösung bei Aufbringen der Detektorspule 5 auf dem Wellenleiter 3. Auch dabei ist die Spule 5 von einem Flussleitkörper 30 weitestgehend eingefasst, das stirnseitig insbesondere nur von dem Wellenleiter 3 durchdrungen wird, wobei ein zusätzliches buchsenförmiges Lagerelement 37 zwischen dem Wellenleiter 3 und der Durchgangsöffnung in der Abschirmung 30 angeordnet ist. Das Lagerelement 37 soll eine möglichst geringe Dämpfungswirkung gegenüber der mechanisch-elastischen Welle, die entlang des Wellenleiters läuft, aufweisen. Zusätzlich ist der rohrförmige, den Wellenleiter 3 sowie dessen Lagerung, z.B. den Schaumschlauch 21 umgebende, Rückleiter 22 elektrisch leitend mit einer die gesamte benachbarte Stirnfläche des Flussleitkörpers 30 abdeckenden Stirnplatte 39 aus elektrisch leitendem Material verbunden.

[0080] Durch den Flussleitkörper 30 sind weiterhin die elektrischen Anschlüsse für die Detektorspule 5 nach außen geführt.

[0081] Auch hier kann die Detektoranordnung 105 zusätzlich außen von einer möglichst dicht umschließenden Abschirmhülse 61, analog zur Darstellung und Beschreibung in Fig. 5a, angeordnet sein, bei der in diesem Fall vorzugsweise auch der Übergang zwischen dem Rückleiter 22 und der Stirnplatte 39 noch innerhalb dieser Abschirmhülse 61 liegt.

[0082] Die Fig. 7 zeigen Längsschnitte durch die von einem Flussleitkörper 30 umgebene Detektoranordnung 105 mit der Detektor-Spule 5.

[0083] In beiden Varianten der Fig. 7a, b ist die Detektor-Spule 5 in Längsrichtung von dem Villary-Bändchen durchdrungen und steht an beiden Enden aus der Detektor-Spule 5 vor. Zur Vermeidung eines mechanischen Kontaktes zwischen beiden kann das Villary-Bändchen 4 wenigstens über die gesamte Länge nicht nur der Detektor-Spule 5 sondern auch der Flussleitkörper 30 von einem z. B. schlauchförmigen Lagerelement 15 mit geringer mechanischer Dämpfung umgeben sein.

[0084] Der Flussleitkörper 30 weist dagegen in beiden Fällen verschiedene Ausbildungen auf: In Fig. 7a besteht der Flussleitkörper 30 aus einem topfförmigen Basisteil 133 in dem eine Öffnung 5a zum Hindurchführen des Villary-Bändchens 4 mit umgebenden Schlauch 15 zentral stirnseitig angeordnet ist. Die gegenüberliegende offene Stirnseite wird vom einen Deckel 132 verschlossen, der außer einer zentralen Öffnung 5a' zum Herausstreten des Lagerelementes 15 und Villary-Bändchens 4 exzentrisch eine Leiteröffnung 5b' für die beiden elektrischen Leitungen zur Detektor-Spule 5 aufweist.

[0085] Unabhängig von der Bauform des Flussleitkörpers 30 kann die Leiteröffnung 5b auch in der Mantelfläche des Flussleitkörpers angeordnet sein.

[0086] Dies ist der Fall bei der Bauform gemäß Fig. 7b, bei der das zylindrische Gehäuse des Flussleitkörpers 30 aus zwei Halbschalen besteht, deren Kontaktebene die Zeichenebene der Fig. 7b ist, und bei denen sämtliche Öffnungen, also die stirnseitigen zentralen Öffnungen 5a,a' ebenso wie die Leiteröffnung 5b,b', auf dieser Berührungsebene liegen und vorzugsweise zur Hälfte in jeder der beiden Halbschalen ausgebildet sind. Um identische Teile verwenden zu können, ist deshalb die Leiteröffnung 5b auf zwei einander gegenüberliegenden

Positionen in der Mantelfläche vorhanden.

[0087] Die **Fig. 8** zeigen eine Lösung der Detektoranordnung **105**, bei der die Detektorspule die Form einer Toroid-Spule **205** aufweist. In den **Fig. 8** sind die übrigen Bauteile des Sensors nicht dargestellt, jedoch soll auch bei diesen Lösungen der **Fig. 8** die zentrale Durchgangsöffnung **5a** der Detektoranordnung **105** von dem magnetoelastischen Element, also dem Wellenleiter selbst oder dem Villary-Bändchen, zentral durchdrungen werden.

[0088] **Fig. 8a** zeigt die Toroid-Spule **205** einzeln, gewickelt auf einem toroidförmigen Wicklungskern.

[0089] Die Toroid-Spule **205** ist gemäß **Fig. 8c** von einem Flussleitkörper **130** umgeben, der an seinen Stirnseiten ebenfalls eine Durchgangsöffnung **5a** aufweist, ansonsten die Toroid-Spule **205** umschließt und lediglich geringe Auslässe für die elektrischen Anschlüsse der Spule frei lässt. Der Flussleiter **130** besteht aus zwei vorzugsweise identischen Halbschalen **131**, die mit ihren offenen Seiten gegeneinander gesetzt werden und in ihrem Inneren die Toroid-Spule **205** aufnehmen, weshalb die Halbschalen **131** vorzugsweise ebenfalls einen runden Querschnitt besitzen, und auf einer Stirnseite geschlossen sind bis auf die Durchgangsöffnung **105**.

[0090] Die **Fig. 9** zeigen Detektoranordnungen **105**, die den Wellenleiter direkt abtasten, und nicht ein am Wellenleiter angeordnetes Villary-Bändchen.

[0091] Vorzugsweise wird bei diesen Lösungen der **Fig. 9** sowohl auf eine Gleichstrom-Beaufschlagung der Detektorspule **5** verzichtet, als auch auf einen nah an der Detektorspule angeordneten Magneten als Biasmagnet.

[0092] Als Biasing wirkt die im Wellenleiter verbleibende Remanenz mit zirkularer Polarisierung, welche durch den ursprünglichen Stromimpuls angeregt wurde.

[0093] Statt dessen wird die den Wellenleiter **3** entweder umschließende oder neben dem Wellenleiter **3** angeordnete Detektorspule **5** der Detektoranordnung **105** an einer solchen Position des Wellenleiters angeordnet, an die dem Wellenleiter entlanglaufende mechanische elastische Welle sich mit einer zurücklaufenden Welle, reflektiert an einem Reflektor **56** am Ende des Wellenleiters, sich so überlagern, daß die Amplitude verstärkt wird. Als Reflektor **56** wird zu diesem Zweck ein Block mit hohem spezifischem Gewicht, also vorzugsweise aus Metall, verwendet.

[0094] Die **Fig. 9a** und **9b** zeigen dabei eine vom Wellenleiter durchdrungene Detektorspule **5**, deren Durchgangsöffnung so groß ist, daß keine Berührung zwischen Detektorspule **5** und Wellenleiter **3** vorhanden ist. Die Detektorspule **5** wird wiederum von einem Flussleitkörper **30** mit dann etwa zylindrischem Außenumfang ummantelt, der stirnseitig ebenfalls Öffnungen zum Ein- und Austreten des Wellenleiters **3** besitzt, die den Wellenleiter **3** nicht berühren dürfen, sondern zu diesem einen ausreichenden Abstand aufweisen sollen.

[0095] In **Fig. 9b** ist die Detektorspule **5** dagegen von einem topfförmigen Flussleitkörper **30** eingefasst, die die Detektorspule **5** dementsprechend auf einer Stirnseite nicht abdeckt. Dabei ist eine zusätzliche Ringwand des Flussleitkörpers **30** koaxial um den Wellenleiter **3** und von diesem beabstandet angeordnet zwischen Detektorspule **5** und Wellenleiter **3**.

[0096] **Fig. 9c–9g** betreffen eine oder mehrere den Wellenleiter **3** nicht umgebende, sondern neben diesem angeordnete Detektorspulen **5**: In **Fig. 9c** ist koaxial im inneren Hohlraum der Spule **5** ein z. B. buchsenförmiger Flussleitkörper **30** angeordnet. Für **Fig. 9d** gilt das gleiche, jedoch steht hier die Detektorspule **5** mit ihrer Längsachse lotrecht zur Meßrichtung **10**, der Erstreckungsrichtung des Wellenleiters **3**, im geringen Abstand hierzu, ohne diesen zu berühren. Gleiches gilt für den Flussleitkörper **30**.

[0097] **Fig. 9e** zeigt eine gegenüber **Fig. 9d** gedoppelte Anordnung, also zwei einander bezüglich des Wellenleiters **3** diametral gegenüberliegende Detektorspulen **5** mit zugeordneten Flussleitkörpern **30**.

[0098] In **Fig. 9f** ist – bei Ausrichtung der Spulenachse der Detektorspule **5** lotrecht zum Wellenleiter **3** – diese Detektorspule **5** auf einem E-förmigen Flussleitkörper **30**, nämlich auf dessen mittleren, frei endenden Schenkel, angeordnet, so daß die äußeren frei endenden Schenkel möglichst nahe entlang des Außenumfanges der Detektorspule **5** verlaufen und der verbindende Querschlenkel auf der vom Wellenleiter **3** abgewandten Seite der Detektorspule **5** angeordnet ist.

[0099] **Fig. 9g** zeigt wiederum eine demgegenüber verdoppelte Anordnung mit zwei solchen Einheiten aus Detektorspule **5** und Flussleitkörper **30**, einander spiegelbildlich bezüglich des Wellenleiters **3** gegenüberliegend, wobei zusätzlich die Lücke zwischen den beiden freien Enden der einander gegenüberliegenden Schenkel der beiden Flussleitkörper **30** durch einen Verschlusskörper gefüllt sein kann, wobei der Verschlusskörper insbesondere ebenfalls ein Flussleitkörper **30** mit den zuvor definierten Materialeigenschaften sein kann.

[0100] Auch hier können wiederum, insbesondere bei den Lösungen gemäß der **Fig. 9b–9g**, bei denen keine dichte Einhausung der Detektorspule durch die Flussleitstücke **30** gegeben ist, die Detektorspule einschließlich der Flussleitstücke, insbesondere die jeweils gesamte Detektoranordnung **105**, von einer zusätzlichen Abschirmhülse **61**, analog zur Darstellung und Beschreibung in der **Fig. 5a**, zur zusätzlichen magnetischen und elektrostatischen Abschirmung angeordnet sein.

[0101] Die **Fig. 10a, 10b** zeigen weiterhin eine Lösung ähnlich der **Fig. 9a**, jedoch mit dem Unterschied, daß zwischen der Detektorspule **5** und den umgebenden Flussleitstücken stirnseitig, also in axialer Richtung, im Fall der **Fig. 10a** ein Abstand **57** (Luftspalt) vorhanden ist, während im Fall der **Fig. 10b** zwischen den Stirnflächen



der Detektorspule 5 und den inneren Stirnflächen der Flußleitstücke 30 ein, insbesondere den Wellenleiter 3 ringförmig umgebender, Remanenzkörper 58 vorhanden ist.

#### Bezugszeichenliste

1	Stützkörper
2	Kopfplatine
3	Wellenleiter
4	Villary-Bändchen
4a, b	Teilbändchen
105	Detektoranordnung
205	Toroid-Spule
5	Detektorspule
5'	Kompensationsspule
5a	Öffnung
6, 6', 6'', 6'''	Magnet
7	Verschlussklappe
9	Fortsatz
10	Messrichtung
11	Aussparung
12	Feldlinien
13	Dämpfungselement
14	Kleber
15	Lagerelement
16	Brückenergänzungsimpedanz
17	Verstärker
20	Schutzprofil
21	Schaumschlauch
22	Rückleiter
23	Entkopplungsspule
24	Feldspule
25	Koppelimpedanz
26	Entkopplungsimpedanz
27	Rückleiter
28	Positionsmagnet
29	Nutzsignal
30, 130	Flussleitkörper
131	Halbschale
31	Konstantstromdiode
32	Spannungsquelle
132	Deckel
33	Quadrieren
133	Basisteil
37	buchsenförmiges Lagerelement
50	Detektorschaltung
51	Stromquelle
55	Kompensationsmagnet
56	Reflektor
57	Abstand
58	Remanenzkörper
59	Permanentmagnet
60	Biasstrom
61	Abschirmgehäuse

#### Patentansprüche

1. Positions-Sensor nach dem Laufzeitprinzip einer mechanisch-elastischen Welle mit

- einem Wellenleiter (3),
  - einem Positionselement, z. B. einem Positionsmagneten (28), welches insbesondere entlang des Wellenleiters (3) bewegbar ist, sowie
  - einer am Wellenleiter (3) angeordneten Detektoranordnung (105), welche eine Detektor-Spule (5) umfaßt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektoranordnung (105) eine Stromquelle (51) umfasst, so dass ein Strom durch die Detektorspule (5) fließen kann.
2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromquelle, insbesondere die Gleichstromquelle (51), regelbar, vorzugsweise extern regelbar, ist.
3. Positions-Sensor nach dem Laufzeitprinzip einer mechanisch-elastischen Welle mit
- einem Wellenleiter (3),
  - einem Positionselement, z. B. einem Positionsmagneten (28), welches insbesondere entlang des Wellenleiters (3), insbesondere nahe am Wellenleiter, bewegbar ist, sowie
  - einer am Wellenleiter (3) angeordneten Detektoranordnung (105), welche eine Detektor-Spule (5) umfaßt, insbesondere nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Kompensationsmagnet (55) dem Wellenleiter (3) in der Nähe der Detektoranordnung (105) zugeordnet ist.
4. Positions-Sensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kompensationsmagnet (55) **zuvor** dem Messbereich des Wellenleiters (3) und der Detektoranordnung (105) positioniert ist.
5. Positions-Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kompensationsmagnet (55) mit einer Flussrichtung parallel zur Erstreckungsrichtung des Wellenleiters (3) angeordnet ist und insbesondere der Kompensationsmagnet (55) ein Permanentmagnet ist.
6. Positions-Sensor nach dem Laufzeitprinzip einer mechanisch-elastischen Welle mit
- einem Wellenleiter (3),
  - einem Positionselement, z. B. einem Positionsmagneten (28), welches insbesondere entlang des Wellenleiters (3) bewegbar ist, sowie
  - einer am Wellenleiter (3) angeordneten Detektoranordnung (105), welche eine Detektor-Spule (5) umfaßt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Detektorspule (5) wenigstens ein Flußleitkörper (30) zugeordnet ist, insbesondere die Detektor-Spule (5) von einem Flussleitkörper (30) umgeben ist, so daß insbesondere ein geschlossener magnetischer Kreis durch die Spule (5) entsteht, zum Abschirmen gegen externe Magnetfelder, z. B. des Magnetfeldes des Positionsmagneten (28) und/oder des Magnetfeldes des Wellenleiters (3) selbst.
7. Positions-Sensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektoranordnung (105) keine Stromquelle (51) enthält.
8. Positions-Sensor nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Flussleitstück (30) aus einem ferromagnetischem Material mit einer Permeabilität von  $\gg 1$  besteht.
9. Positions-Sensor nach Anspruch 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Flussleitstück (30) aus einer hochpermeablen Legierung, insbesondere aus Ferrit, besteht.
10. Positions-Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- ein Biasmagnet (6) innerhalb oder außen am Flussleitkörper (30) angeordnet ist, mit einer Polungsrichtung radial zum durchdringenden magnetoelastischen Element und
  - die Detektorspule (5) nicht mit Strom beaufschlagt ist.
11. Positions-Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wellenleiter (3) von Gleichstrom einer Gleichstromquelle (51) durchflossen ist.
12. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleichstromquelle (51) eine regelbare konstante Stromquelle ist und die Strom-Regelbandbreite der Stromquelle (51) gleich oder größer, vorzugsweise größer als das Doppelte der Signalfrequenz des Positionssignals ist.
13. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Detektoreinheit ein quer vom Wellen-

leiter (3) abstrebendes, mit dem Wellenleiter (3) mechanisch fest verbundenes, magnetoelastisches Element, insbesondere Villary-Bändchen (4) oder Wellenleiter (3) umfaßt, welches sich durch wenigstens eine Öffnung (5a) in die Detektor-Spule (5) hinein erstreckt, dadurch gekennzeichnet, dass der Flussleitkörper (30) die Detektor-Spule (5) bis auf die wenigstens eine Öffnung (5a) für das magnetoelastische Element, insbesondere Villary-Bändchen (4) und wenigstens eine Leiteröffnung (5b) für die die Detektor-Spule (5) versorgenden elektrischen Leiter die Detektor-Spule (5) vollständig umschließt.

14. Sensor nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektoranordnung (105) keinen Permanent-Magneten, insbesondere keinen Biasmagneten (6), umfaßt.

15. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wellenleiter (3) und/oder ein ggf. vorhandener, den Wellenleiter (3) umgebender Stützkörper (1) relativ zur Detektor-Spule (5) in einer definierten Position unbeweglich fixiert sind.

16. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass  
– die Detektoranordnung (105) direkt den Wellenleiter (3) detektiert und insbesondere am einen Ende des einen Wellenleiters (3), insbesondere dem der Detektoranordnung (105) nächstliegenden Ende, ein Reflektor (56) für die im Wellenleiter (3) laufende Welle angeordnet ist, insbesondere in Form eines Metallblockes, und  
– die Detektoranordnung (105) in einer solchen Entfernung vom Reflektor (56) angeordnet ist, in der sich in Richtung Reflektor laufende Welle und von diesem reflektierte Welle in ihrer Amplitude verstärken, insbesondere verdoppeln.

17. Sensor nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass  
– die Detektorspule (5) vom Wellenleiter (3) durchdrungen wird, und  
– die, insbesondere zylindrische, Spule (5) in einem topfförmigen Flußleitkörper (30) angeordnet ist, der auf einer Stirnseite offen ist und insbesondere zusätzlich eine ringförmige Zwischenwand zwischen der Detektorspule (5) und dem Wellenleiter (3) umfaßt.

18. Sensor nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektorspule (5) neben dem Wellenleiter (3) mit ihrer Längsachse parallel oder quer zur Meßrichtung (10), der Verlaufsrichtung des Wellenleiters (3), angeordnet ist, und sich insbesondere auf dem Außenumfang eines buxsenförmigen Flußleitkörpers (30) oder im Inneren des buxsenförmigen Flußleitkörpers (30), jeweils mit übereinstimmender axialer Ausrichtung, angeordnet ist.

19. Sensor nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass bei querstehender Detektorspule zum Wellenleiter (3) zwei Detektorspulen (5) mit zugehörigen Flußleitkörpern (30) diametral einander gegenüberliegend bezüglich des Wellenleiters (3) angeordnet sind.

20. Sensor nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass bei innerhalb des Flußleitkörpers angeordneter Detektorspule (5) der buxsenförmige Flußleitkörper (30) auf der vom Wellenleiter (3) angewandten Seite stirnförmig geschlossen ist und insbesondere bei Betrachtung in Meßrichtung (10) das Flußleitstück eine E-Form mit dem mittleren Schenkel auf der Längsachse der Detektorspule (5) aufweist und den verbindenden Schenkel auf der vom Wellenleiter (3) abgewandten Seite.

21. Sensor nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (5) weder von Gleichstrom durchflossen wird noch ein Magnet (6, 6') am Flußleitkörper (30) vorhanden ist.

22. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektorschaltung (50) zusätzlich zur Detektor-Spule (5) eine Entkopplungsimpedanz (26), insbesondere eine Entkopplungsspule aufweist zur Entkoppelung des Nutzsignals.

23. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektor-Spule (5) und eine Entkopplungsimpedanz (26) in Reihe zueinander in den beiden Ästen einer insbesondere symmetrisch ausgebildeten Messbrücke der Detektorschaltung (50) verschaltet sind.

24. Sensor nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektor-Spule (5) und die Entkopplungsimpedanz (26) in Reihe mit der Gleichstromquelle (51) verschaltet sind.

25. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektorschaltung (50) zusätzlich einen Differenzverstärker (17) zur Weiterverarbeitung des Positionsnutzsignals der Brücke

ckenschaltung bzw. Reihenschaltung, welche die Detektor-Spule (5) umfaßt, aufweist, und insbesondere das Ausgangssignal des Differenzverstärkers einem Multiplizierer, insbesondere einem Quadrieren (33), zugeführt wird.

26. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektor-Spule (5) und die Entkopplungsimpedanz (26) auf einem gemeinsamen Spulenkörper mit zwei getrennten Wicklungen zusammengefasst sind.

27. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das magnetoelastische Element, insbesondere Villary-Bändchen (4) aus einem ersten Teilbändchen (4a) aus nicht-magnetischem und nicht-magnetoelastischen Material und einem damit verbundenen zweiten Teilbändchen (4b) aus magnetoelastischem Material besteht.

28. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Flussleitkörper (30) im wesentlichen schalenförmig, insbesondere zylindrisch geformt ist mit zwei einander in den Stirnseiten gegenüberliegenden Öffnungen (5a, 5a') für Ein- und Austritt des magnetoelastischen Elements, insbesondere Villary-Bändchens (4) und einer Leiteröffnung (5b) zum Durchtritt der elektrischen Leiter zur Detektor-Spule (5) hin, wobei sich die Leiteröffnung (5b) insbesondere in der zylindrischen Mantelfläche des Flussleitkörpers (30) befindet.

29. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zylindrische Flussleitkörper (30) aus einem topfförmigen Korpus mit einer offenen Stirnseite und einem auf diese stirnseitiger Öffnung passenden Deckel besteht.

30. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zylindrische Gehäuse aus zwei halbzylindrischen Schalen besteht.

31. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektor-Spule (5) eine Toroid-Spule (205) ist.

32. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektoranordnung (105), insbesondere wenigstens die Detektorspule (5), von einer Abschirmhülse (61) gegen magnetische und elektrostatische Fremdeinflüsse, insbesondere zusätzlich zu dem wenigstens einen Flußleitstück (30), umgeben, insbesondere dicht umgeben ist.

33. Sensor nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschirmhülse (61) aus einem Mu-Metall mit einer Permeabilität von » 1 besteht, insbesondere » 1000.

34. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Außenseite der insbesondere zylindrischen Abschirmhülse (61) oder eines entsprechend geformten Flußleitstücks (30), wenigstens ein Magnet (6' - 6''') angeordnet ist.

35. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnete (6' - 6''') radial polarisiert sind.

36. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Magnet auf der Stirnseite der zylindrischen Außenfläche hinweisend auf die Öffnung für das magnetoelastische Element und/oder wenigstens ein Magnet auf der Mantelfläche, insbesondere nahe des Austrittsendes des magnetoelastischen Elements, angeordnet ist.

37. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Detektoreinheit ein quer vom Wellenleiter (3) abstrebendes, mit dem Wellenleiter (3) mechanisch fest verbundenes, magnetoelastisches Element, insbesondere Villan-Bändchen (4) oder Wellenleiter (3) umfaßt, welches sich durch wenigstens eine Öffnung (5a) in die Detektor-Spule (5) hinein erstreckt, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschirmhülse (61) die Detektor-Spule (5) bis auf die wenigstens eine Öffnung (5a) für das magnetoelastische Element, insbesondere Villary-Bändchen (4) und wenigstens eine Leiteröffnung (5b) für die die Detektor-Spule (5) versorgenden elektrischen Leiter die Detektor-Spule (5) vollständig umschließt.

38. Verfahren zur Positionsbestimmung eines Positionselementes, insbesondere Positionsmagneten (28), relativ zu dem Wellenleiter (3) eines Positions-Sensors nach dem Laufzeitprinzip, dadurch gekennzeichnet,

dass zur Verstärkung des Positionsnutzsignals (29) die Detektor-Spule (5) einer Vormagnetisierung, insbesondere durch Gleichstrom, unterworfen wird.

39. Verfahren nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass die Vormagnetisierung so gesteuert wird, dass das Positionsnutzsignal (29), insbesondere hinsichtlich seiner Amplitude und/oder in seiner Relation zu einem Positionstörsignal, optimiert wird.

40. Verfahren nach Anspruch 38 oder 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Vormagnetisierung so eingestellt wird, dass das von der Detektor-Spule (5) der Detektoranordnung (105) umgebene magnetoelastische Element, insbesondere Villary-Bändchen (4) im linearen Bereich betrieben wird, in welchem die Änderung der magnetischen Permeabilität weitgehend linear mit der Änderung der mechanischen Zug- oder Druckspannung linear korreliert sind.

41. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektor-Spule (5) erst mit Vormagnetisierung beaufschlagt wird, nachdem der Erregerpuls durch den Wellenleiter (3) abgeklungen ist.

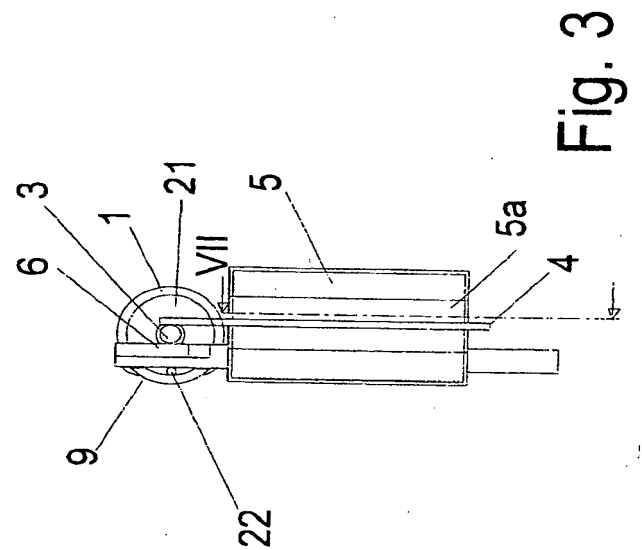
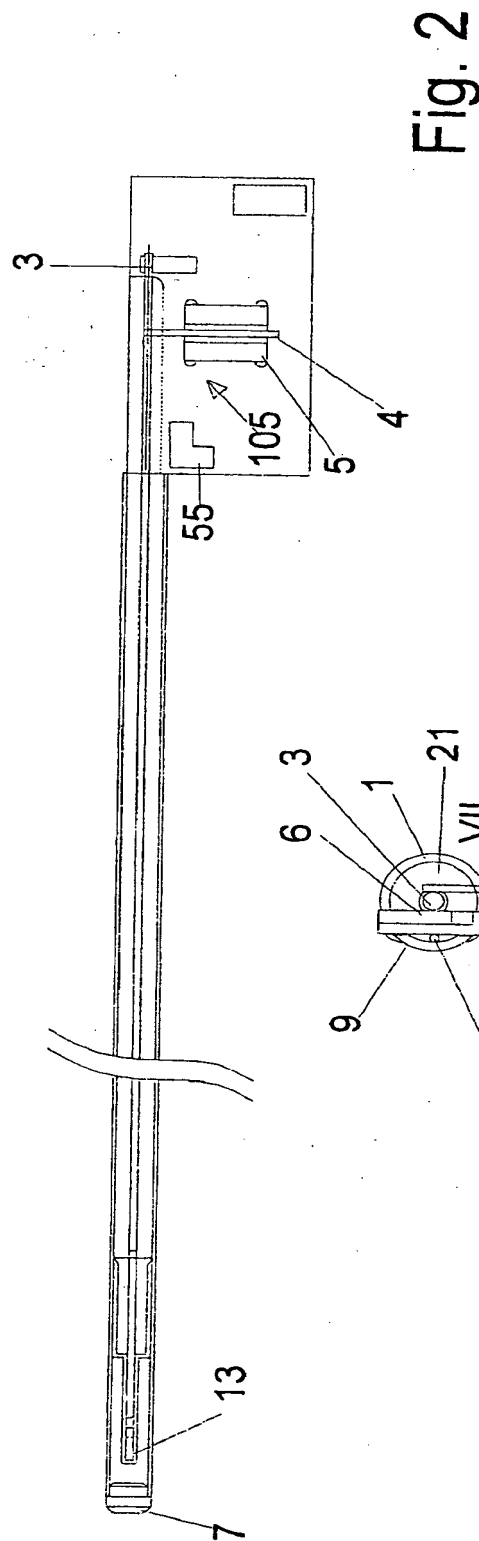
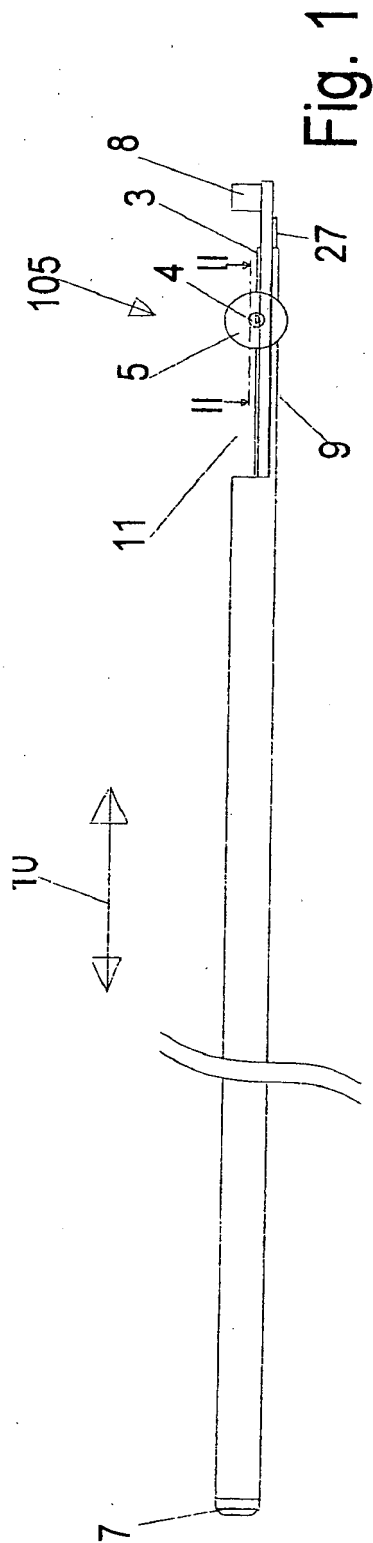
42. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass axiale Länge der Toroid-Spule (205) mindestens dem Durchmesser ihres freien zentralen Durchganges (5a) entspricht, vorzugsweise mindestens doppelt so groß ist.

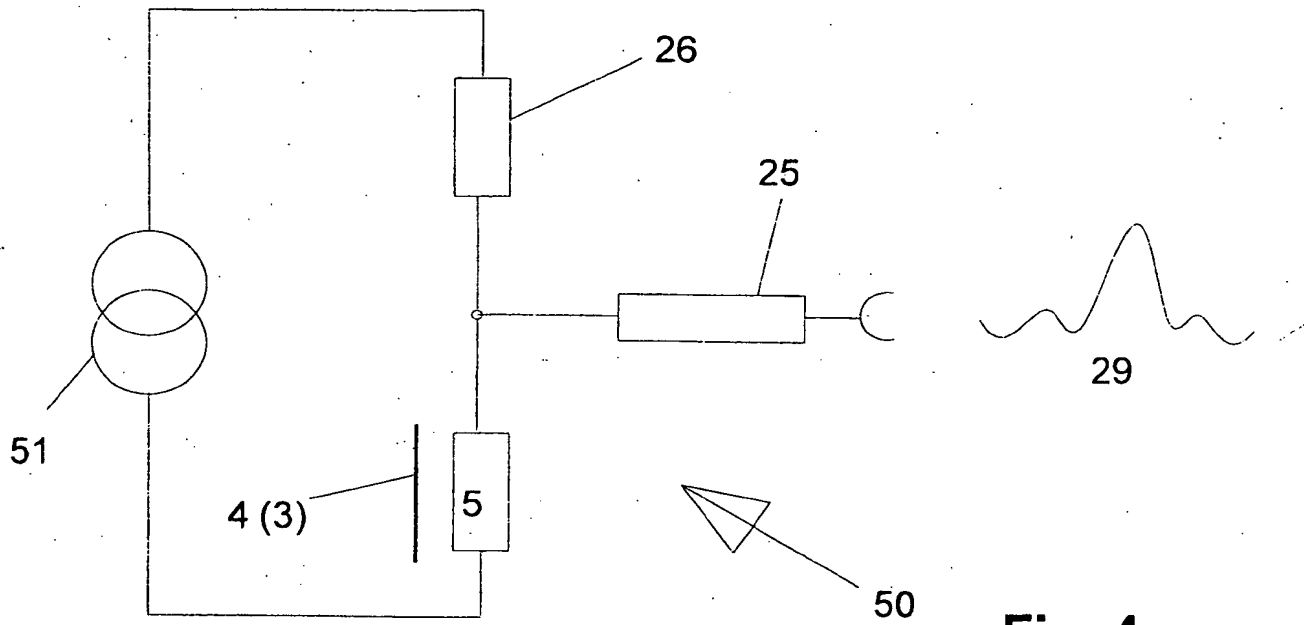
43. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Toroid-Spule (205) von einem Flussleitkörper (130) umgeben ist, der eine etwa zylindrische Form besitzt und vorzugsweise aus zwei Halbschalen (131) besteht, die auf jeweils einer Stirnseite geschlossen sind bis auf eine zentrale Durchgangsöffnung (5a) analog zur Durchgangsöffnung der Toroid-Spule (205), und deren Kontaktebene quer zur Längsachse der Toroid-Spule (205) und des Flussleitkörpers (130) verläuft.

44. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Resonanzfrequenz der Detektorspule (5) durch Impedanzanpassung auf die Frequenz des Nutzsignales eingestellt ist, insbesondere durch Verwendung von Kapazitäten und/oder Widerständen.

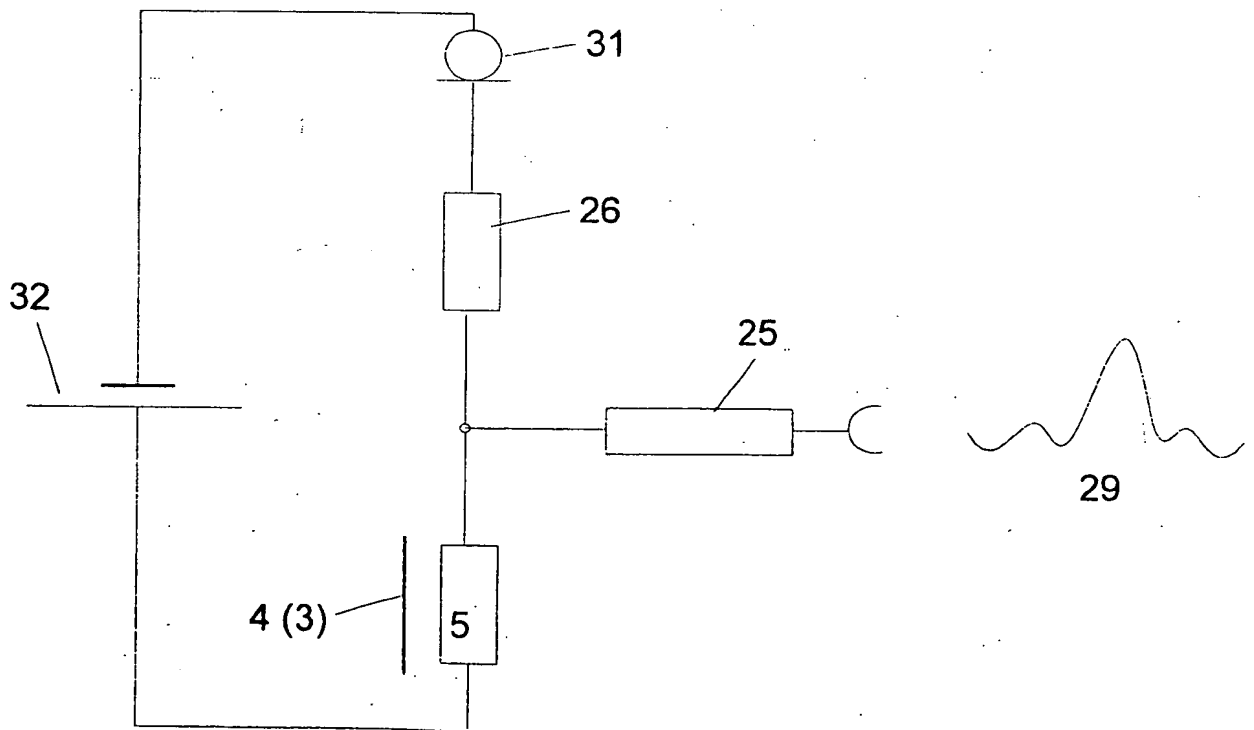
45. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wellenleiter ständig von Gleichstrom durchströmt ist und der Erregerstromimpuls diesem Gleichstrom, mit demgegenüber erhöhter Stromstärke oder Spannung, überlagert wird.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen





**Fig. 4a**



**Fig. 4b**

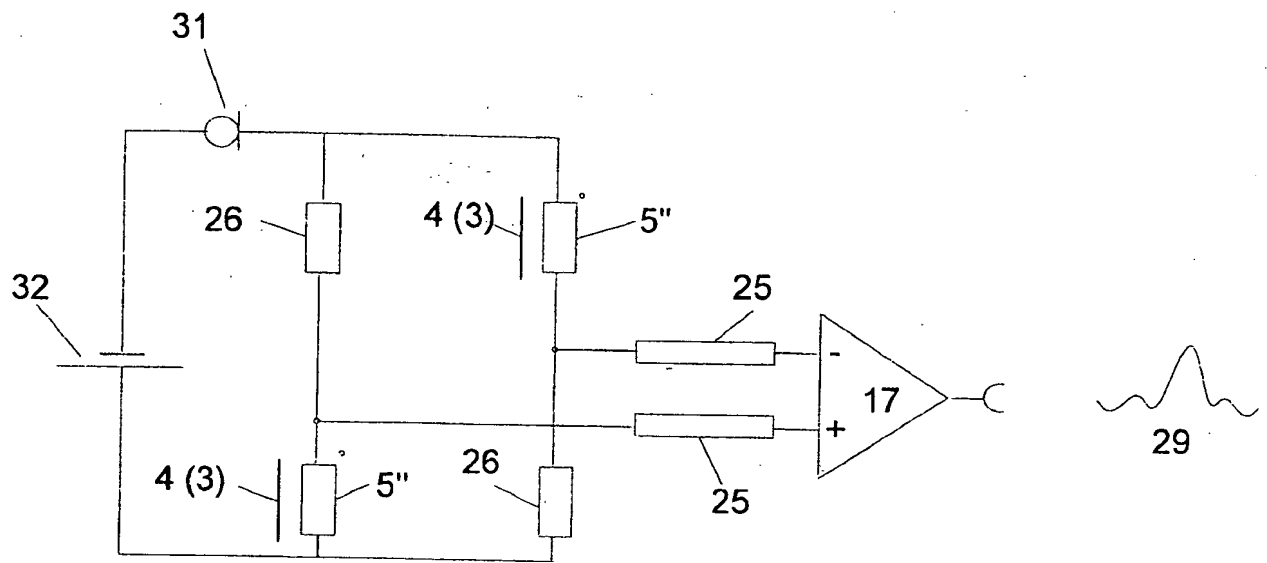


Fig. 4c

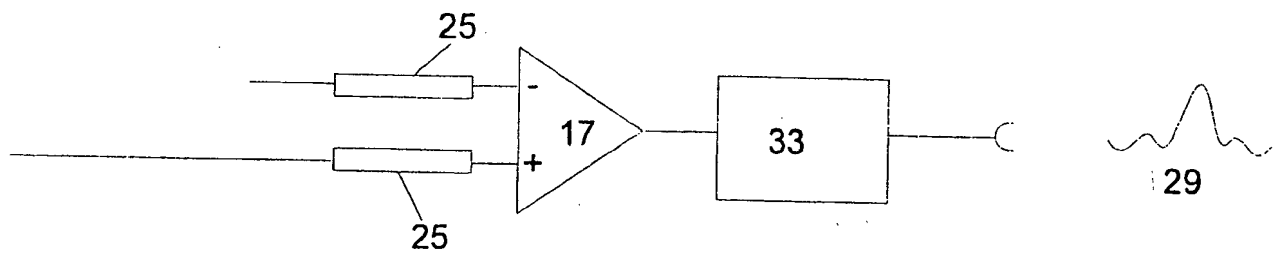
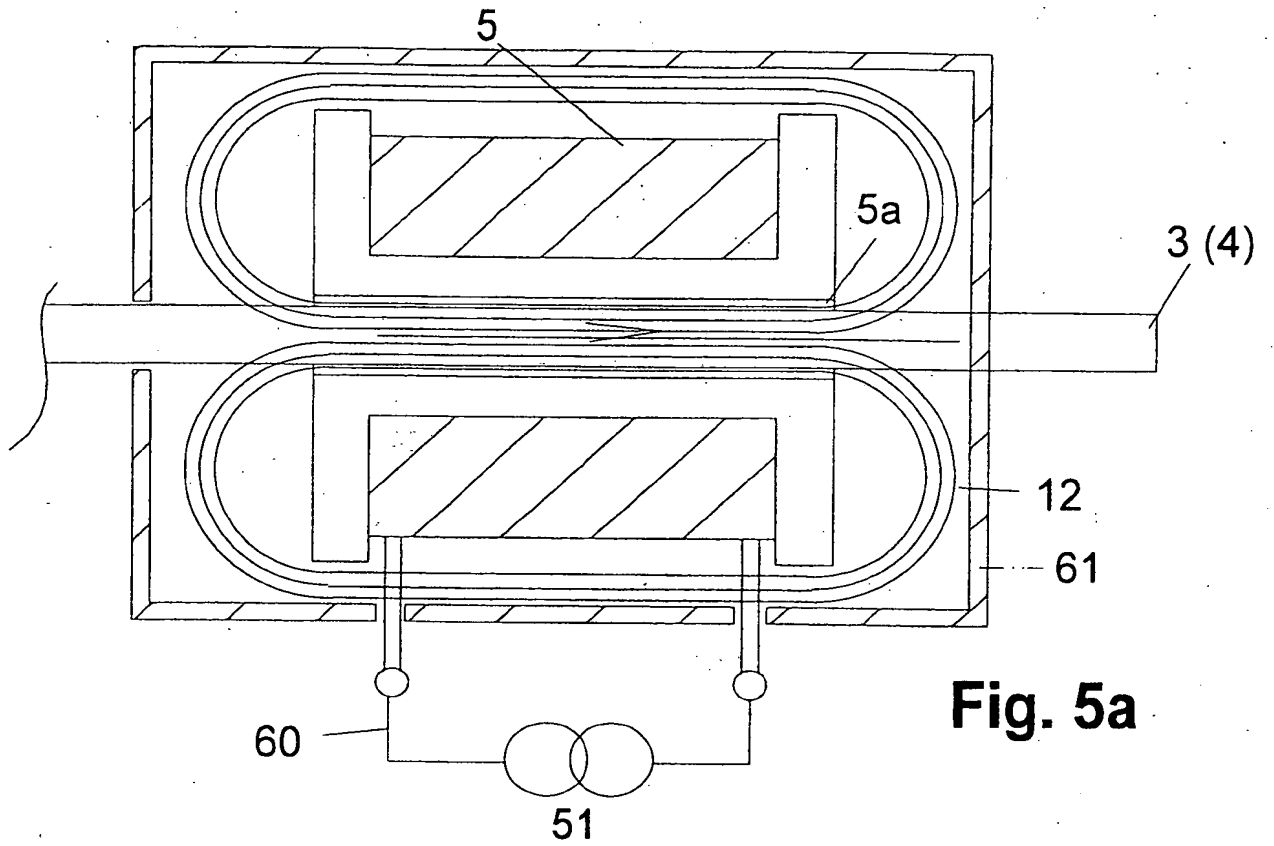
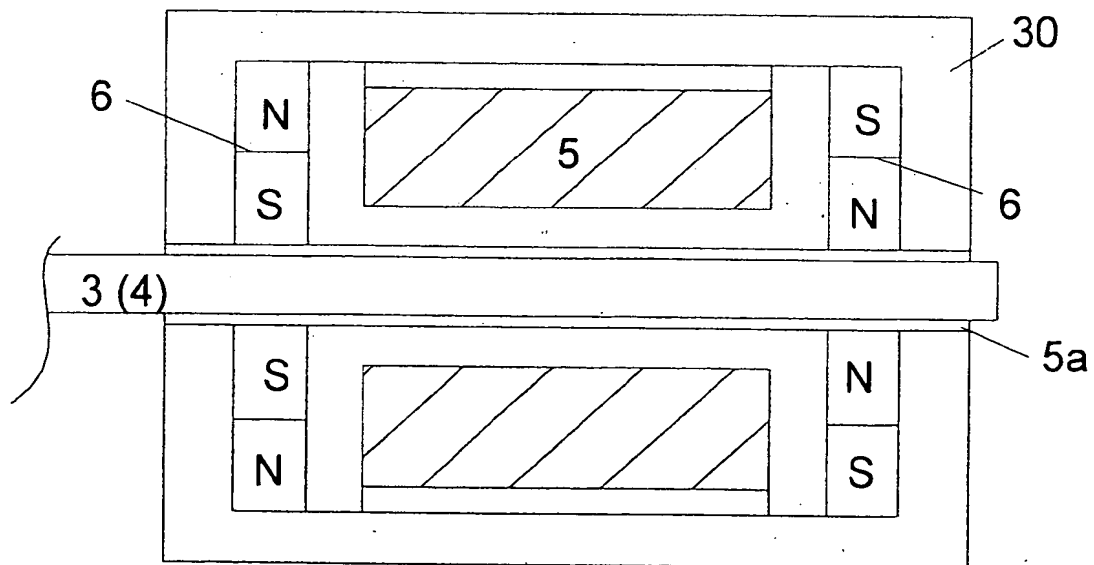


Fig. 4d

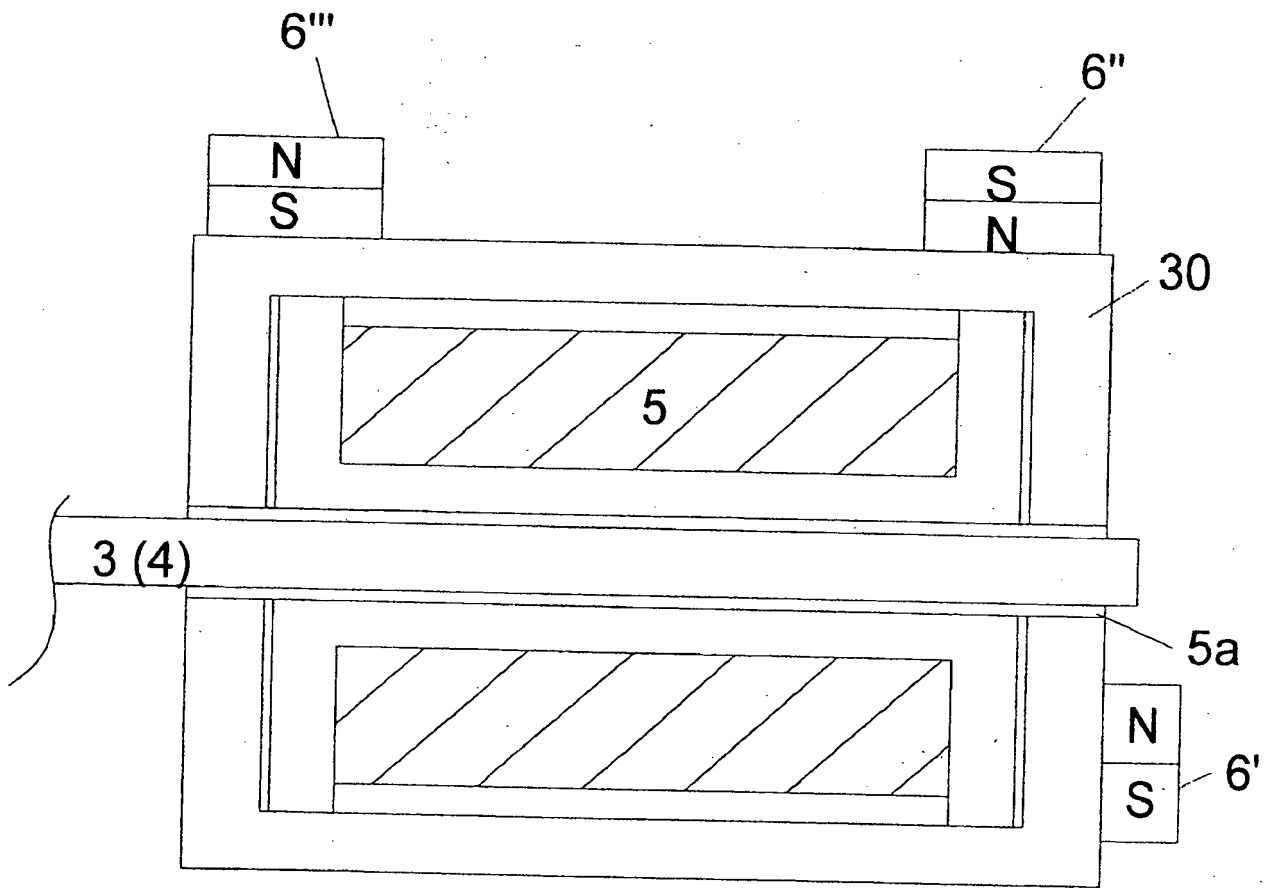




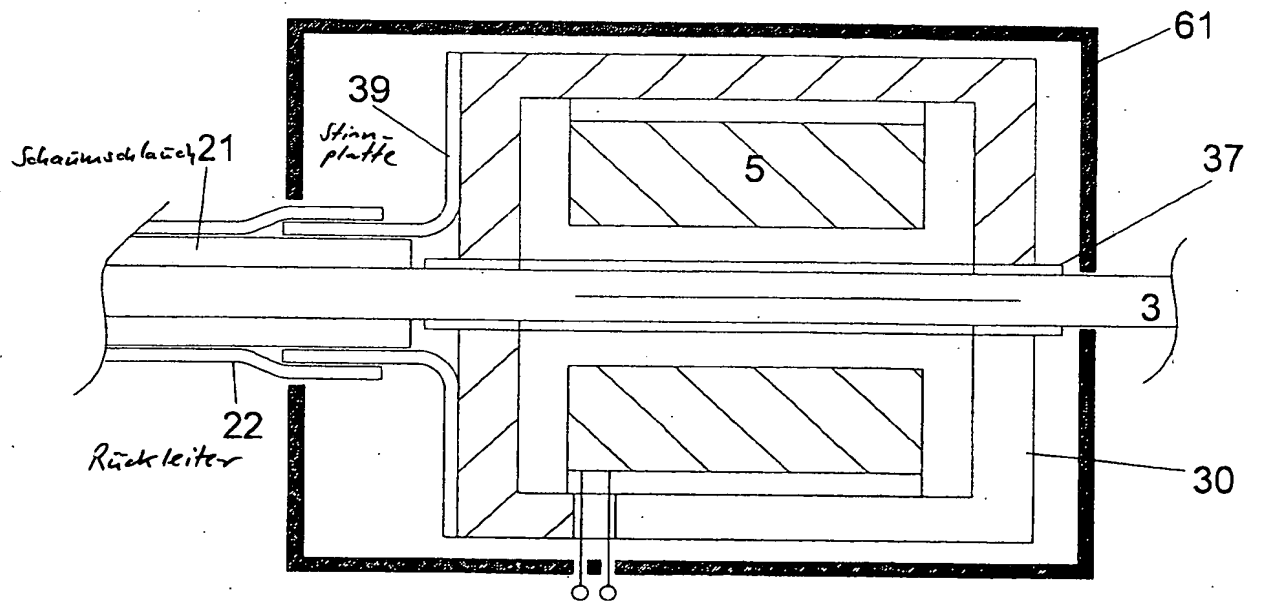
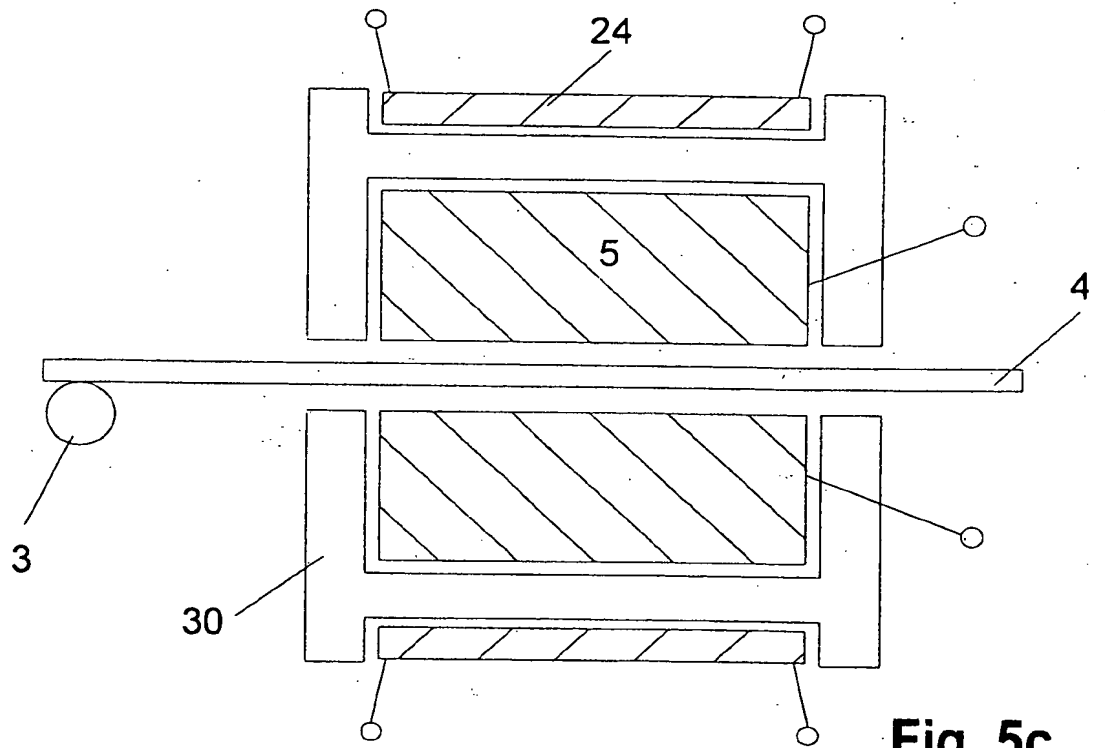
**Fig. 5a**

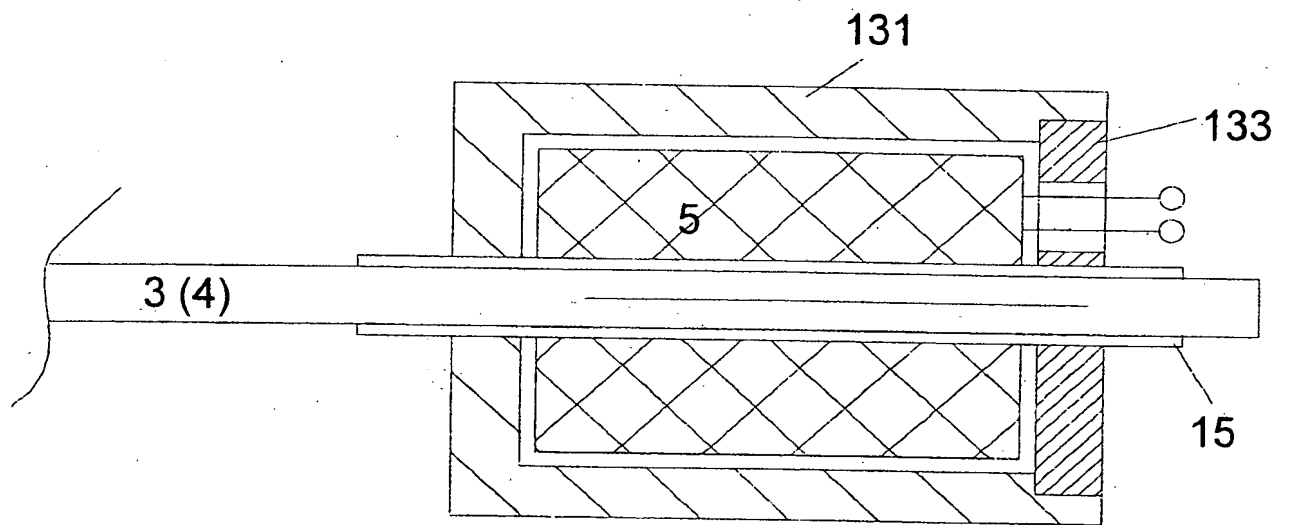


**Fig. 5b1**

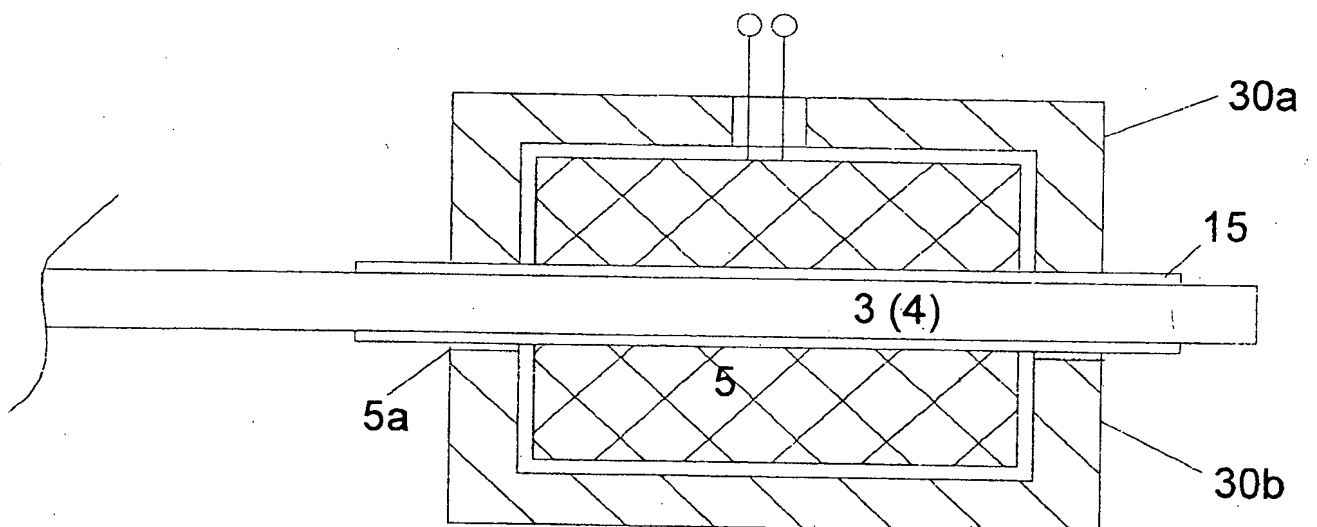


**Fig. 5b2**





**Fig. 7a**



**Fig. 7b**

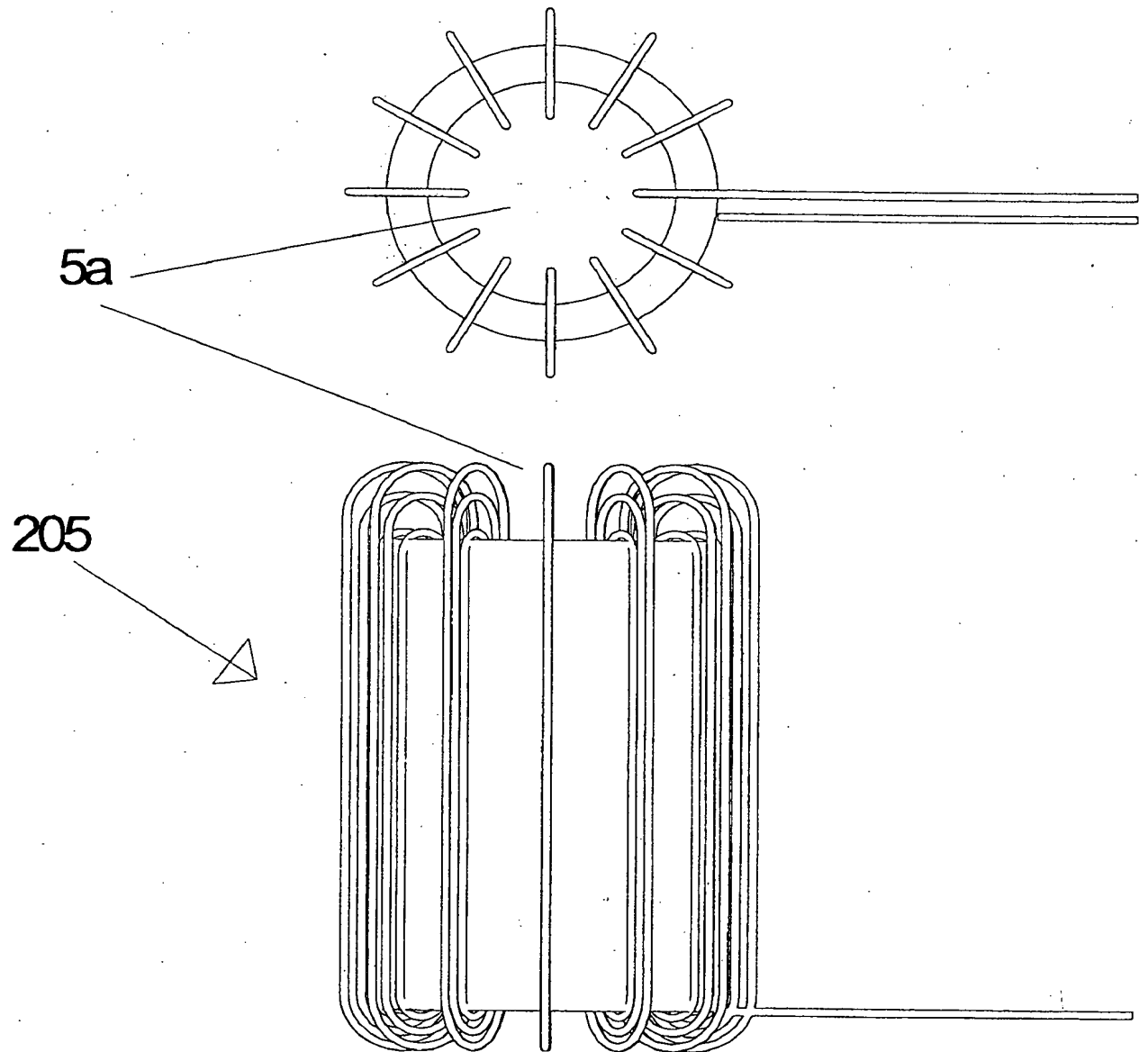


Fig. 8a

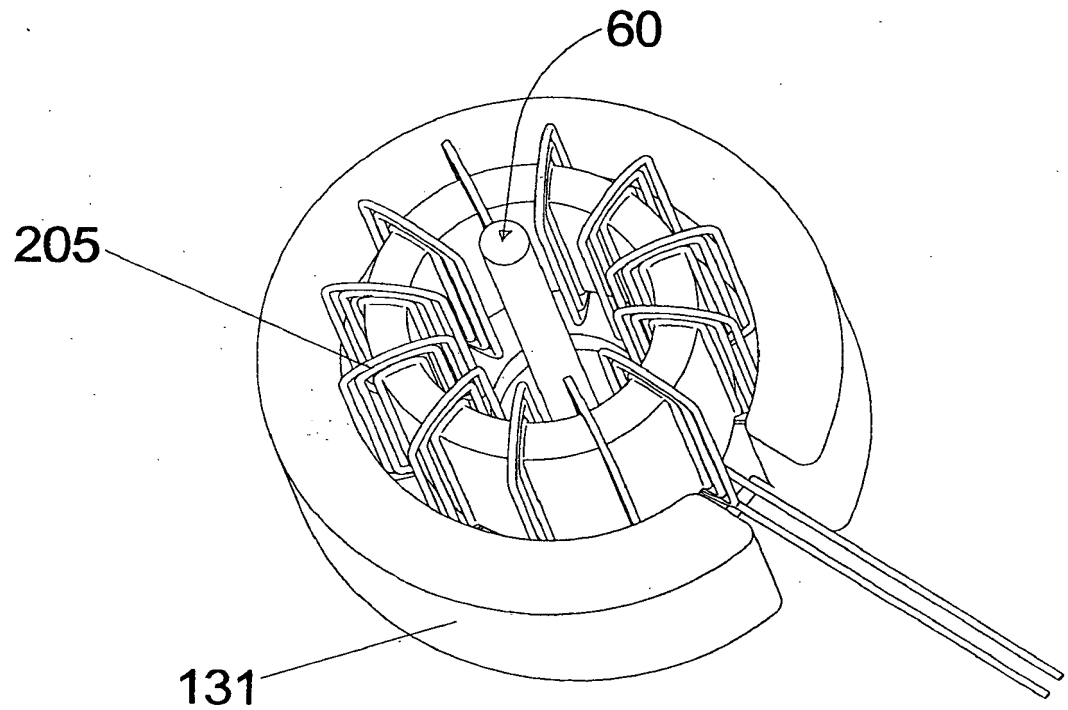


Fig. 8b

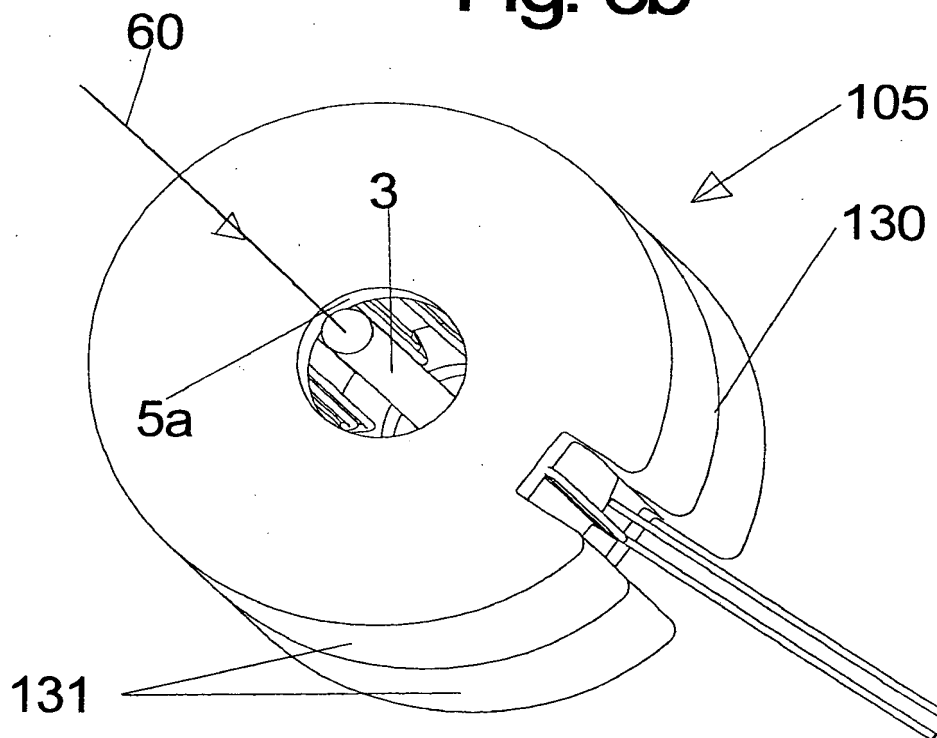
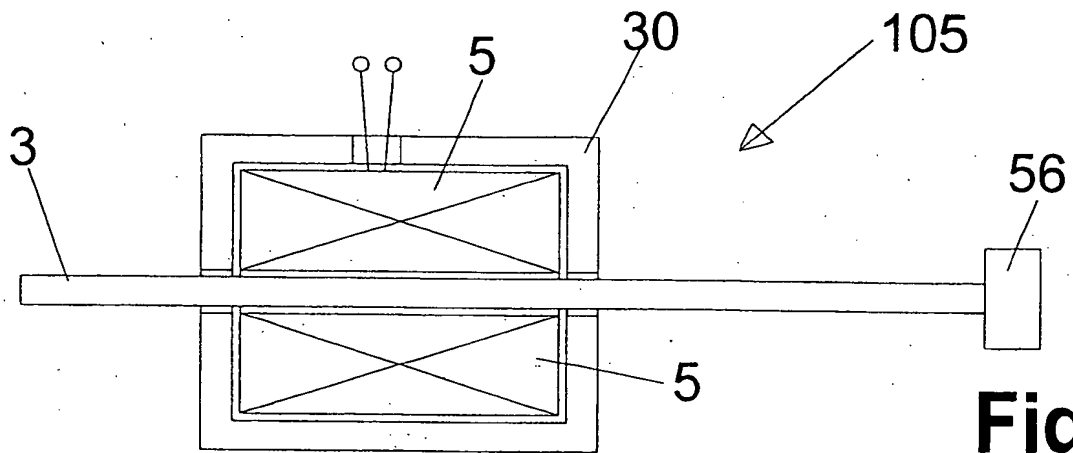
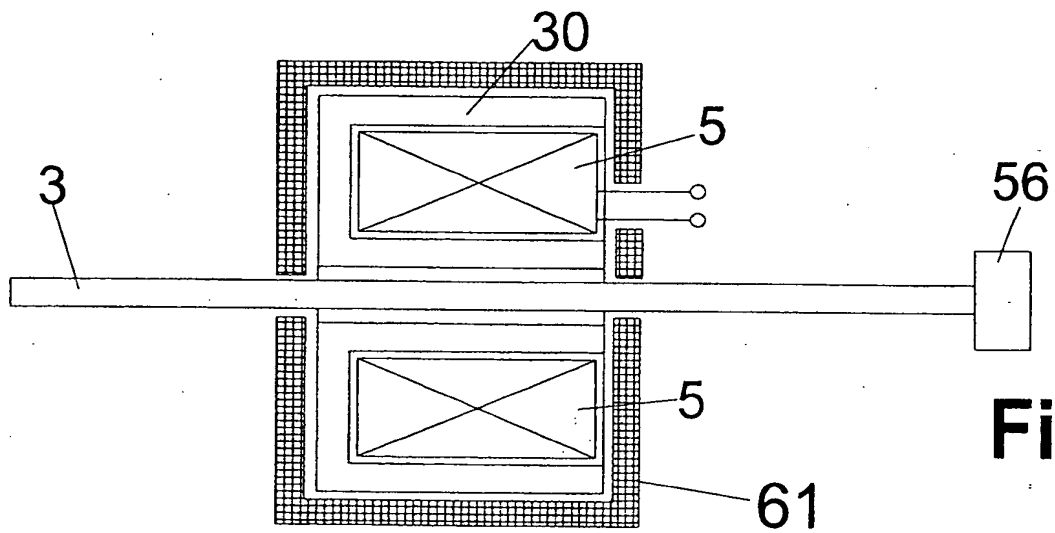


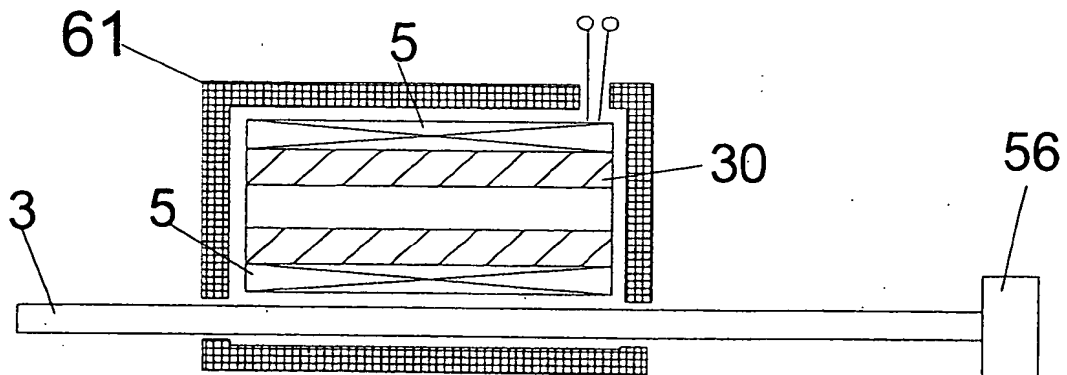
Fig. 8c



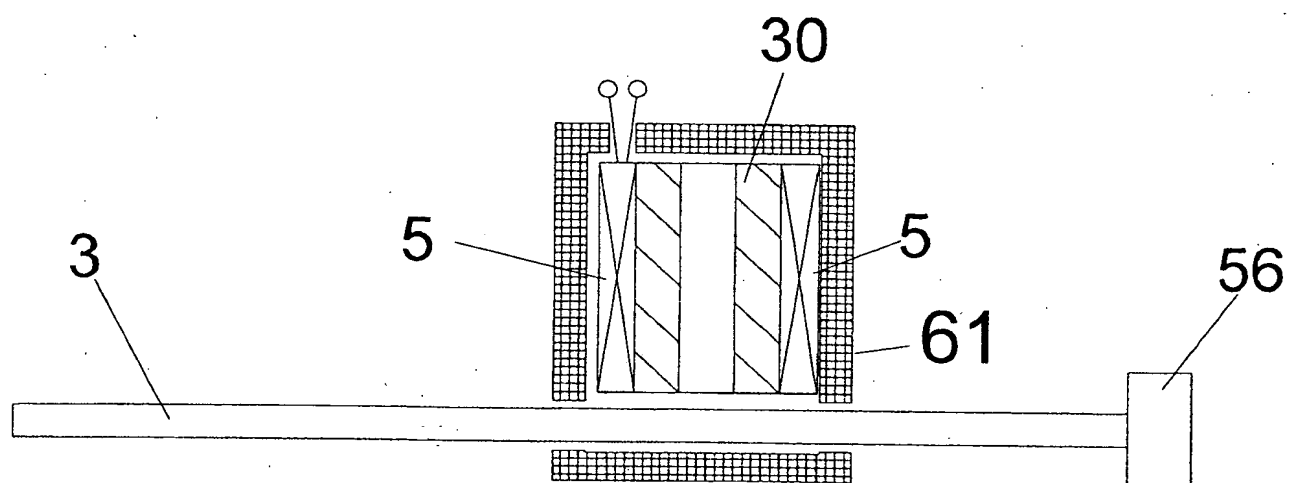
**Fig. 9a**



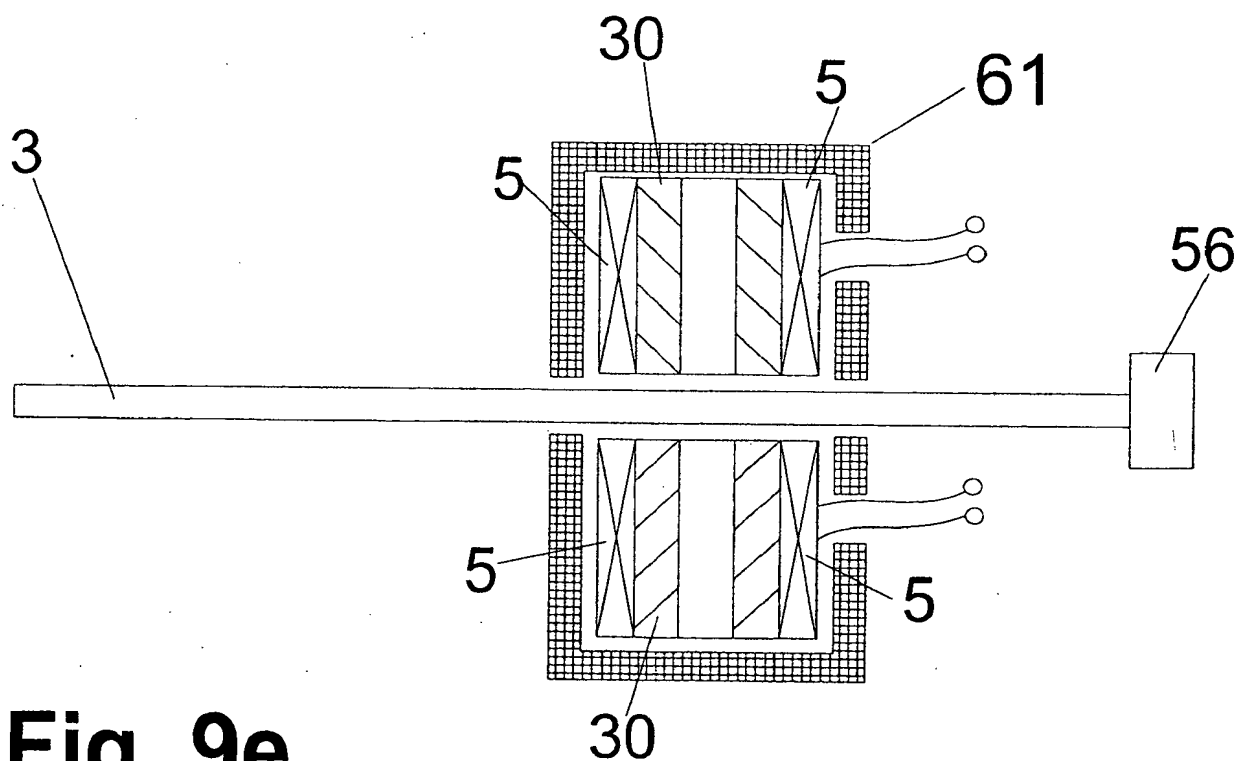
**Fig. 9b**



**Fig. 9c**

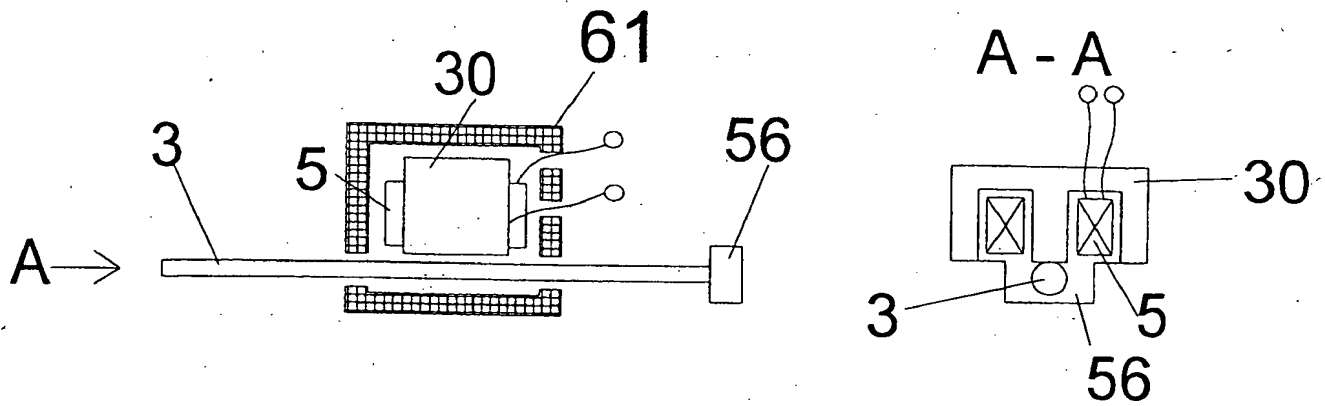


**Fig. 9d**

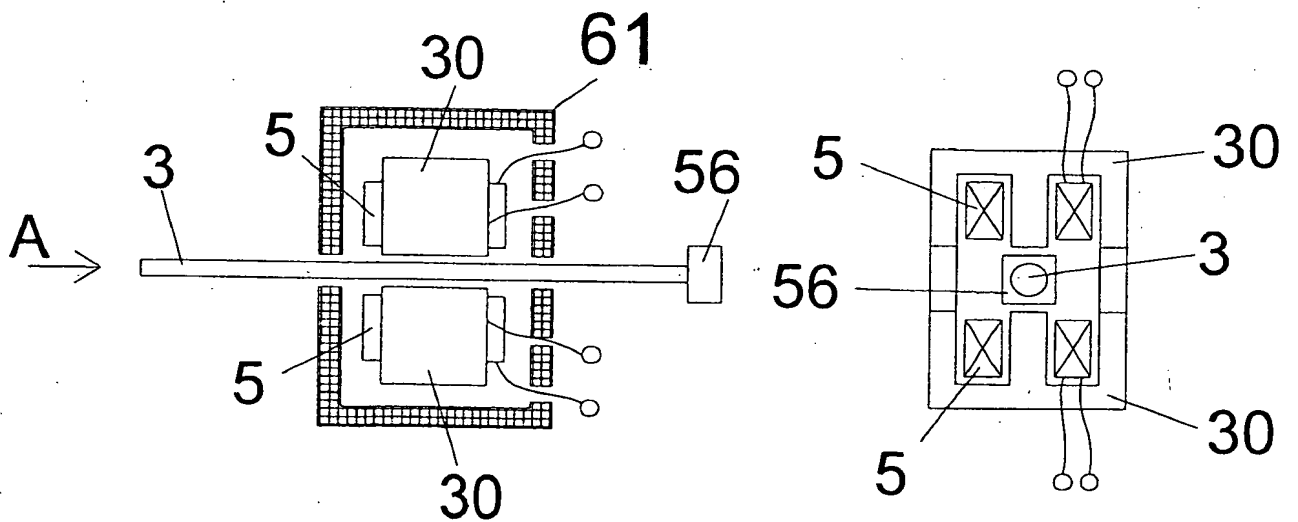


**Fig. 9e**

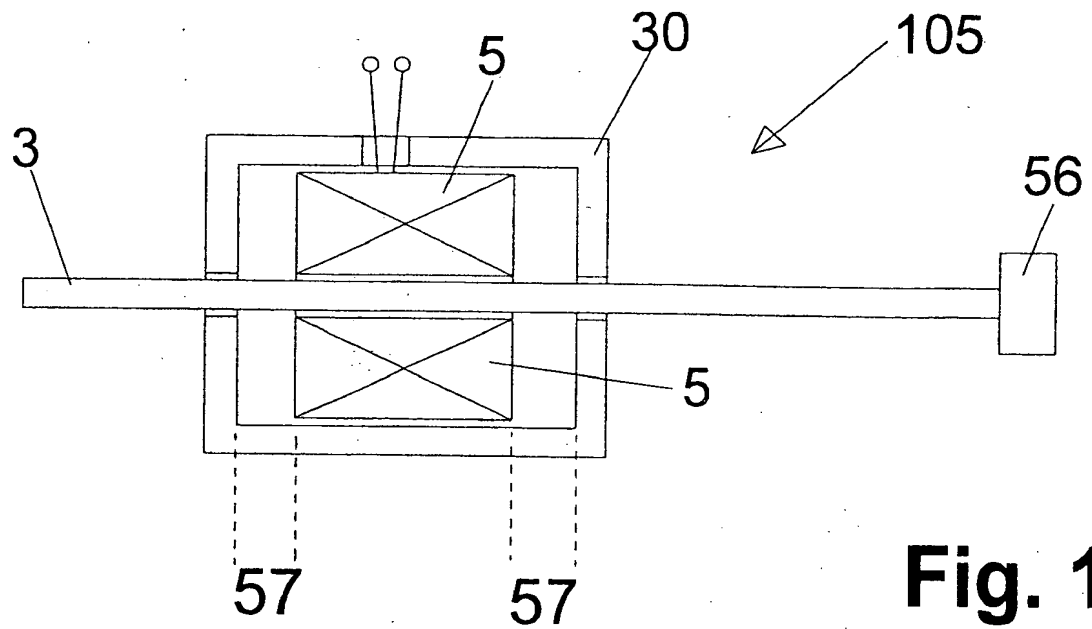




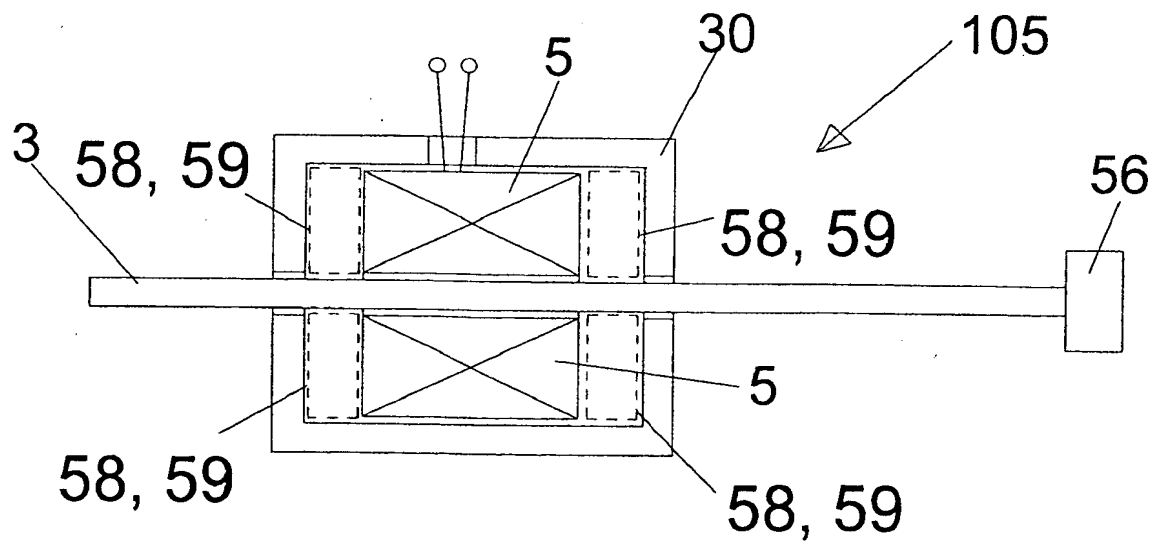
**Fig. 9f**



**Fig. 9g**



**Fig. 10a**



**Fig. 10b**